

令和元年度 調査研究報告書

ICTを活用した論理的思考力に関する研究

～小中高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究～
～リーディングスキルテストに関する研究～

最終報告



～ 目 次 ～

はじめに	1
1 概要	3
2 研究方法	4
3 研究協力委員会	5
(1) 第1回研究協力委員会	5
(2) 第2回研究協力委員会	6
(3) 第3回研究協力委員会	7
(4) 第4回研究協力委員会	8
4 実践授業の報告及び今後の研究について	9
(1) 熊谷市立熊谷南小学校 反町 清隆 教諭	9
(2) 深谷市立深谷中学校 横田 真澄 教諭	14
(3) 宮代高等学校 益田 亜由実 教諭	18
(4) 県立伊奈学園中学校 野崎 亮太 教頭	22
(5) 上尾鷹の台高等学校 千代田 拓弥 教諭	26
(6) 熊谷高等学校 長島 正剛 教諭	30
(7) 鴻巣高等学校 荒木 海 教諭	36
5 研究のまとめ	42
6 外部講師講評	49
謝辞、外部指導者、研究協力委員	50

はじめに

平成 28 年 12 月の中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について」においては、情報活用能力は「教科等の枠を超えた全ての学習の基盤として生まれ活用される資質・能力」とされ、その重要性が指摘された。

本答申においては、情報教育の目標を、「情報活用の実践力」、「情報の科学的な理解」及び「情報社会に参画する態度」の 3 観点で捉える考え方について、情報活用能力を育むための指導内容や学習活動を具体的にイメージしやすくし指導を充実させることに寄与してきたとしている。その上で、情報活用能力についても、各教科等において育むことを目指す資質・能力と同様に、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」及び「学びに向かう力・人間性等」の「三つの柱」によって捉えていくことが提言された。

本答申を踏まえ、平成 29 年 3 月に公示した新学習指導要領では、情報活用能力を、言語能力や問題発見・解決能力と同様に、学習の基盤となる資質・能力と位置付け、教科等横断的な視点から教育課程の編成を図り、各学校のカリキュラム・マネジメントの実現を通じて育成することとしている。また、新学習指導要領解説では、情報活用能力をより具体的に捉えれば、学習活動において必要に応じてコンピュータ等の情報手段を適切に用いて情報を得たり、情報を整理・比較したり、得られた情報をわかりやすく発信・伝達したり、必要に応じて保存・共有したりといったことができる力であり、更に、このような学習活動を遂行する上で必要となる情報手段の基本的な操作の習得や、プログラミング的思考、情報モラル、情報セキュリティ、統計等に関する資質・能力等も含むものであると具体的に示されている。

また一方で、次の社会構造の大きな変革として、人工知能 (AI)、ビッグデータ、Internet of Things (IoT)、ロボティクス等の先端技術が高度化してあらゆる産業や社会生活に取り入れられ、社会の在り方そのものが「非連続的」と言えるほど劇的に変わる Society 5.0 の社会が訪れようとしていることが、第 5 期科学技術基本計画（平成 28 年 1 月 22 日閣議決定）に提唱された。「超スマート社会」とも言われる Society 5.0 の到来に伴って創出されるであろう新たなサービスやビジネスによって、我々の生活は劇的に便利で快適なものになっていく。このなかで、AI 技術の発達から定型的業務や数値的に表現可能な業務は、AI 技術により代替が可能になり、「進化した AI が人間の仕事の大部分を奪ってしまうのではないか」「生まれたときから AI に囲まれて育つと、人間の本質的な部分も変質してしまうのではないか」「国内においても、AI を創り使いこなす人と使われる人で大きな格差が生まれるのではないか」「学校で教わったことがすべて通用しなくなってしまうのではないか」等の問題が示されている。

このような状況を踏まえ、Society 5.0 の実現に向け、子供たちにどのような資質・能力が必要か、また、社会を創造し先導するためにどのような人材が必要かについて、文部科学省が平成 29 年 12 月から Society 5.0 に向けた人材育成に係る大臣懇談会が開催され議論がなされている。予測困難な社会の変化の中で豊かに生きるためには、楽観論でも悲観論でもなく、変化に対して受け身で対処せず、むしろ目指すべき社会像を議論し、共有し、実現していくことが重要となる。そのためには、人間の強みともいえる様々な人や

モノ、情報が複雑に関係し合っていく社会において、板挟みと向き合って調整することや、想定外の事態に対処すること、自らの行動を考え責任をもって対応することは、人間の仕事の中でますますその重要性を増すものとなる。これは、どのような時代の変化を迎えるとしても、知識・技能、思考力・判断力・表現力をベースとして、言葉や文化、時間や場所を超えながらも自己の主体性を軸にした、学びに向かう一人一人の能力や人間性が問われることになる。特に、共通して求められる力として、

- ①文章や情報を正確に読み解き、対話する力
- ②科学的に思考・吟味し活用する力
- ③価値を見つけ生み出す感性と力、好奇心・探求力

が必要であると整理された。

まず、知識・技能としての語彙や数的感覚などの学力の基礎に加え、人間の強みを発揮するための基盤として、文章や情報を正確に理解し、論理的思考を行うための読解力や、他者と協働して思考・判断・表現を深める対話力等の社会的スキルなど、読み解き対話する力が決定的に重要である。また、人と機械が複雑かつ高度に関係し合う社会となっていく中、科学的に思考・吟味し、課題解決に向け活用する力が不可欠となる。機械を理解し使いこなすためのリテラシーや、その基盤となるサイエンスや数学、分析的・クリティカルに思考する力、全体をシステムとしてデザインする力がこれまで以上に必要となる。加えて、現実世界を意味あるものとして理解し、それを基に新たなものを生み出していくことは、AI によって代替できない人間ならではの営みであり、AI の活用分野が爆発的に広がっていく新たな時代においてますます重要となる。自然体験やホンモノに触れる実体験を通じて醸成される豊かな感性や、多くのアイデアを生み出す思考の流暢性、感性や知性に基づく独創性と対話を通じて更に世界を広げる創造力、苦心してモノを作り上げ、新しいものや変わっていくものに対する好奇心や探求力、実践から学び自信につなげていく力などが重要であると示されている。（「平成 29 年 12 月の Society 5.0 に向けた人材育成に係る大臣懇談会の議論のまとめ」より）

このような教育における児童生徒の資質・能力の向上及び、社会が求める人材育成の要求を踏まえ、総合教育センター 情報教育推進担当として「ICT を活用した論理的思考力に関する研究」を実施する。より具体的な調査研究となるよう二つの研究内容を柱とし進める。一つは、小・中・高等学校を見通した学びの過程の中で、論理的思考力等を育成するプログラミング教育の重要性が示された「小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究」。もう一つは、「子供たちが教科書の文章を読み解けていないのではないか」との問題提起から、文章内の情報から他に示された文章や表、図等のつながりを論理的に正しく結びつける力、読解力を可視化する「リーディングスキルテストに関する研究」とした。いずれの研究内容も、ICT を活用した論理的思考力の育成を図る授業モデルの開発を行い、県内に発信していくことを目的としている。

1 概要

本調査研究「ICTを活用した論理的思考力に関する研究」は、日本情報化振興会会長赤堀 侃司氏と、国立情報学研究所 新井 紀子氏を指導者とし、小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究の研究協力委員3名、リーディングスキルテストに関する研究の研究協力委員4名の計7名で進めてきた。平成30年度から令和元年度までの2年間の事業である。

小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究では、プログラミング教育を通して育成する資質・能力を明らかにするとともに、小・中・高それぞれの学校種におけるプログラミング教育の役割について考えてきた。文部科学省発行の「小学校プログラミング教育に関する研修教材」「高等学校情報科『情報Ⅰ』教員研修用教材」や、県義務教育指導課が実施する「プログラミング教育推進事業」の事例等も参考にしながら、実践的なプログラミング教育の授業モデルについて検証した。

リーディングスキルテストに関する研究では、読解力の可視化を図るリーディングスキルテスト（RST）の結果を考察することから始めた。教材文や問題文などを正確に読み取るための読解プロセスを考慮した上で、学習のつまずきとなる要因を明確にした。そして、つまずきやすい部分に留意して問題解決を図るための指導法を検証した。

この2つの研究内容から得られた成果を、児童生徒の論理的思考力の育成と関連付け、実践事例として示すほか、指導改善の方策としてまとめた。

【小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究】

小学校学習指導要領では、「児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」を行うことが規定された。各教科の特質に応じてプログラミング教育を実施し、「プログラミング的思考」と呼ばれる論理的思考力を育成することとしている。プログラミング教育にかかわる内容は、中学校では技術・家庭科（技術分野）、高等学校では「情報Ⅰ」で取り扱うこととなっている。

そこで、各校種で児童生徒の実態に合わせたプログラミング教育の指導案を作成し、実践を行った。その過程で明確になる課題や改善点を蓄積し、論理的思考力を養う指導法について考えた。また、より効果的に小・中・高の接続を図るために、各校種で育成すべき資質・能力や具体的なプログラミング教育の実践について研究した。

【リーディングスキルテストに関する研究】

リーディングスキルテストは、文章に書かれている意味を正確にとらえる力（基礎的な読む力）を測定・診断するツールである。6つのタイプの読解プロセスに着目し、つまずきの原因となる要素を明らかにすることができる。

そこで、リーディングスキルを実施した各学校の生徒の結果を分析し、不足していると思われる学習スキルを検討した。そして、つまずきやすい部分に留意した授業展開や適切な支援を心がけ、生徒が文章の論理的な構造や関係をとらえることができるようにした。生徒が教材文や問題文を正確に読み取り、各教科における課題や問題の解決に向かうための方策について研究した。

2 研究方法

「小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究」では、各校種における論理的思考を育むためのプログラミング教育の授業の実践、「リーディングスキルテストに関する研究」では、RST結果の活用（読解力の分析）を基にした授業改善と学力向上に向けた授業実践を行った。

また、それらの実践から、児童生徒の論理的思考力の育成につながる指導方法や効果的な支援について検証した。

(1) 年4回の研究協力委員会の開催

調査研究協力委員

- ・外部指導者の講義の聴講
- ・論理的思考力の育成に向けた協議・検討
- ・実践授業に向けた計画・立案

情報教育推進担当

- ・外部指導者との調整
- ・調査研究の目的と方向性の確認
- ・研究にかかわる情報提供と協議の整理

(2) 授業実践

調査研究協力委員

- ・授業デザインや授業案の作成・提出
- ・学習指導案の検討
- ・授業実践、報告書作成

情報教育推進担当

- ・授業実践の参観・記録
- ・研究協議会の運営

(3) 効果の検証

ア 分科会テーマに基づく検証

- ・年4回の研究協力委員会にて、分科会ごとに協議を積み重ね、指導の改善の方向性に関する検証を行った。

イ 学習履歴からの検証

- ・授業実践において、①授業内のノートやワークシートなどの学習成果物、②授業後の小テストや定期考査、③児童生徒向け意識調査（アンケート）から効果検証を行った。

3 研究協力委員会

(1) 第1回研究協力委員会

ア 実施日 令和元年5月17日(金)

イ 会場 総合教育センター(227PC研修室)

ウ 出席者

益田委員、石橋委員、反町委員、野崎委員、千代田委員、長島委員、荒木委員
山崎教育主幹、野辺指導主事、鈴木主任指導主事、木村指導主事、宮木指導主事、
山内指導主事

エ 内容

(ア) 開会行事

今回の調査研究を実施するにあたり、山崎教育主幹より挨拶があり、その後、出席者の自己紹介を行った。

(イ) 調査研究の内容と進め方についての説明を行った。

(ロ) 講義「AI時代の教育－ICTを活用した論理的思考力とは－」

赤堀侃司先生にお越しいただき、学校と社会をつなげていく学習活動が必要であることやAIが社会で活用される中で、AIと人間の特性を知り、AIに負けない力をつける方策を考えなければならないこと。ICTを活用する中で学習効果を高めるために、積極的に対話することや感じること(感動すること)ができる授業デザインが必要であるといった話をしていただいた。以下、講義の内容の要点を箇条書きで記述する。

- ・学校の学習と社会の問題がつながっていない。
- ・学校では問題は正解があるが、社会での問題は正解がない。
- ・学校では教科書があるが、社会では不確かな情報だけである。
- ・学校では嘘の情報は教えないが、社会では、情報の真偽を自分で判断する。
- ・AIはビッグデータの中から正解を見つけるが、人間のようにデータが不足すると推測して答えを導き出すことが困難である。
- ・学習効果を高めるには、「読むこと」「書くこと」「感じること」が大切である。
- ・学習課題を通して知識がつながるように教員が手助けをすることが必要である。

(ハ) 分科会

各分科会に分かれて課題の設定、情報交換等を行った。

(ニ) G Suite(Classroom)の活用に関する説明

事務局から、調査研究サイトの活用などの諸連絡を行った。

(ホ) 閉会行事

事務局から、次回の研究協力委員会の予定日時を含む諸連絡を行った。

(2) 第2回研究協力委員会

ア 実施日 令和元年7月12日(金)

イ 会場 総合教育センター(227PC研修室・大研修室)

ウ 出席者

益田委員、石橋委員、反町委員、千代田委員、長島委員、荒木委員
鈴木主任指導主事、木村指導主事、山内指導主事

エ 内容

(ア) 開会行事

日程及び協議の進め方の説明を行った。

(イ) 協議(分科会ごとの協議)

[小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究]

- ・小学校プログラミング教育研究協議会についての報告
- ・教員用研修教材の情報交換。(micro:bit、Python、Viscuit、Scratch3.0)
- ・小学校検定教科書へのプログラミング教育に関する記載について意見交換。
- ・各委員の進捗報告。小学校では、液体の種類を判別する方法をフローチャートで表現する学習を検討。中学校では、アクティビティ図を使いMicro:bitでアクチュエータ等を制御する課題を検討。高校では、コンピュータを利用した統計や予測についての学習を検討。
- ・中学校では小学校で行うべき学習活動、高校では小・中学校で行うべき学習活動を事前の活動を行う必要があり、接続を意識した学習活動を指導案に記載する。

[リーディングスキルテストに関する研究]

- ・板橋区立舟渡小学校への視察及び戸田市のRST事業に関する報告。
- ・各委員の進捗報告。高校国語の授業において指示語に着目し、関連する文章の並べ替え問題に取り組み、読解力の向上を図ることを検討。高校数学の問題演習を通して推論(INF)の能力を養う授業について検討。高校国語の評論文指導における外部テスト用の問題集を利用した推論・同義文判定について学習を検討。
- ・授業の目標でリーディングスキルに着目しながら研究を行うことを確認。
- ・リーディングスキルテストと外部テストとの相関について検討。
- ・学力向上と論理的思考力を関連付けてアプローチを行う。

(ウ) 閉会行事

講演の内容を踏まえた今後の実践の計画について説明し、次回の研究協力委員会の予定日時を含む諸連絡を行った。

(3) 第3回研究協力委員会

ア 実施日 令和元年9月25日(水)

イ 会場 総合教育センター(227PC研修室)

ウ 出席者

益田委員、石橋委員、反町委員、長島委員、荒木委員
鈴木主任指導主事、木村指導主事、宮木指導主事、山内指導主事

エ 内容

(ア) 開会行事

日程及び協議の進め方の説明を行った。

(イ) 協議

[小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究]

- ・教育の情報化に関する手引きについて意見交換
- ・高等学校「情報科」実践事例について意見交換
- ・研究協力員の進捗状況について

[リーディングスキルテストに関する研究]

- ・リーディングスキルテストの結果と学力との相関について、グラフ化した資料を基に協議。
- ・高校に進学した生徒への追跡調査について検討。
- ・リーディングスキルテストの能力値に特徴のある生徒の個別調査について検討。
- ・研究協力員の指導案及び授業実践事例についての意見交換。

(ウ) 閉会行事

次回の研究協力委員会の予定日時を含む諸連絡を行った。

(4) 第4回研究協力委員会

ア 実施日 令和元年12月10日(火)

イ 会場 総合教育センター(227PC研修室)

ウ 出席者

益田委員、石橋委員、反町委員、野崎委員、千代田委員、長島委員、荒木委員、山崎教育主幹、野辺指導主事、鈴木主任指導主事、木村指導主事、山内指導主事

エ 内容

(ア) 開会行事

日程確認、報告・協議の進め方について説明を行った。

(イ) 報告・協議

- ・「リーディングスキルテストからみた論理的思考力」
- ・「プログラミング教育で育てる論理的思考力」
- ・「児童生徒の論理的思考力の育成」

(ウ) 分科会ごとの協議

小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究及びリーディングスキルテストに関する研究の2グループに分かれて実践報告及び協議を行った。各研究において、研究員から実践報告がなされ、取り組み事例、問題へのアプローチや結果等の報告が行われた。

プログラミング教育に関する研究の協議では、小学では理科の水溶液を判別する方法をフローチャートで示す実践報告。中学校では小学校とのつながりを意識したアクティビティ図を用いた実践やビジュアル言語からテキスト言語へのアプローチ等。高校では、小・中学校段階でのプログラミング教育を踏まえてPythonを使ったテキストコーディングの実践等を報告し協議を行った。

リーディングスキルテストに関する研究の協議では、RSTの結果が全国平均より低かった学校は、文のつながりや主述関係に重点を置き手立てを講じ実践・検証を行い、高かった学校は、問題文の意味や図示させて説明するなど正しく見通しをもって解答できたか確認などの実践を行ったことを報告し、協議した。

(エ) 説明「報告書の作成について」

報告書の様式や提出にあたっての注意事項について説明を行った。

(オ) 閉会行事

今年度の調査研究に際して、山崎教育主幹より研究協力員に対してお礼の挨拶があった。また、現在までの研究実践を踏まえ、今後の報告書作成及今後の日程について諸連絡を行った。

4 実践授業の報告及び今後の研究について

所属校	熊谷市立熊谷南小学校	研究協力員	反町 清隆
-----	------------	-------	-------

ICTを活用した論理的思考力に関する調査研究

1 研究のテーマ

小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究

2 研究の仮説

授業にフローチャートを取り入れることで、プログラミング的思考の素地が育まれるであろう。

3 仮説設定の理由

「2020年度から小学校でプログラミング教育が必修化」となる。世間では子供を対象としたプログラミング教室が開かれ、小学校の段階でプログラミング言語を使いこなし、プログラムを組むことが目標であるかのように錯覚してしまう。しかし、小学校段階におけるプログラミング教育の目標は、「論理的思考力」を身に付けることである。

本研究では、論理的思考力の中に含まれるプログラミング的思考に着目した。プログラミング的思考とは、「意図する活動を実現するために、動きに対応した記号をどのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけばいいのか、といったことを論理的に考えていく力」と定義されている（小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議「議論の取りまとめ」）。そこで、実際にパソコンを使ってプログラミングの学習をするのではなく、中学校の技術・家庭科で扱うアクティビティ図の基となるフローチャートを普通の教科書学習に取り入れることとした。フローチャートにおける「順次」「分岐」「反復」の処理を考えることを通して、論理的思考力の素地を育むことがねらいである。

4 研究の方法と内容

(1) 学習教材・指導について

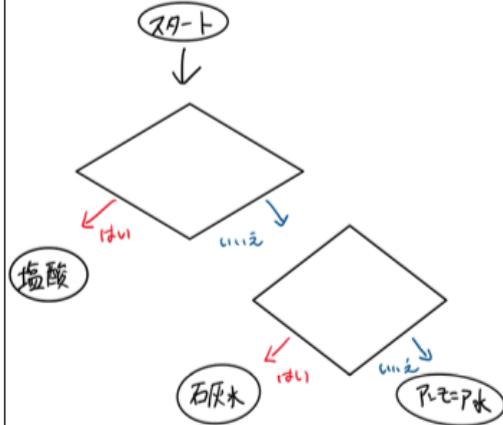
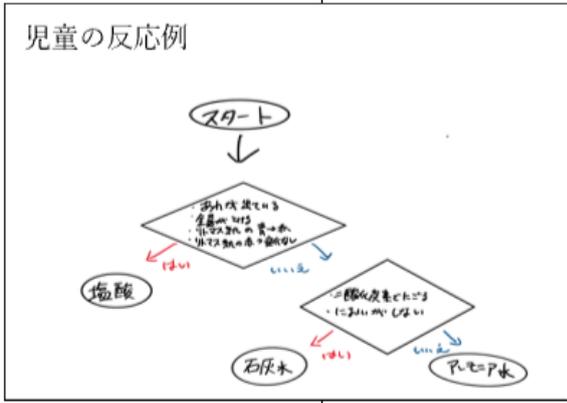
今回の授業では、6年生理科の単元「水溶液」から、水溶液の見分け方をプログラミング教育の題材として扱う。フローチャートを使って、塩酸・石灰水・アンモニア水の見分け方のルールを考えることから始め、最終的に塩酸・アンモニア水・食塩水・炭酸水・石灰水の5種類の水溶液を見分けることができるフローチャートを作成することを目標とする。今まで学習した水溶液の特徴を振り返り、自分達で分岐の条件を指定することにより、一層の定着を図る。

(2) 指導計画

○=本時

時間	学習活動
第1時	身の回りの水溶液に触れ、学習意欲を高める。
第2～4時	水溶液には固体や気体が溶けているものがあることを調べる。
第5～6時	リトマス紙の使い方や水溶液の性質を調べる。
第7～11時	水溶液には、金属を変化させるものがあることを調べる。
第⑫～13時	液体を見分けるフローチャートを作成し、正しいか確かめる。

(3) 学習指導案（本時の展開）

学習活動	学習内容	○指導上の留意点（配慮・手だて）◎評価
<p>1 提示された1つの水溶液が、塩酸、石灰水、アンモニア水のどれかであることを知る。</p> <p>2 3つの水溶液の特徴を振り返る。</p> <p>3 課題を知る</p>	<p>・本時の見通し</p>	<p>○学習してきた内容の振り返りを行うとともに、液体が何かわからないという事実を伝えることで、興味関心を高める。</p> <p>○各水溶液の特徴を初期の実験からワークシートにまとめていき、いつでも振り返ることができるようノートづくりを進めていく。</p>
<p>誰でも簡単に水溶液を見分けられる魔法のフローチャートを作ろう。</p>		<p>○ルールに従えば、誰もが水溶液を分類できるようなフローチャートを作ることを伝える。</p>
<p>4 フローチャートについて振り返る。</p>		<p>○以前に触れた心理テスト、性格診断、文法の授業で行ったフローチャートを想起させる。</p>
<p>5 個人でそれぞれフローチャートを考える。</p>	<p>・フローチャートの書き方</p>	<p>○最初のフローチャート作成では、形を指定することで、決まった形のフローチャートを作らせる。それにより、この後に行う話し合い活動をしやすくする。</p>
		<p>○この後の話し合いや確認活動に主体的に参加できるように、個人で必ず意見を持たせる。自分のフローチャートがなかなかできない児童には、水溶液の特徴をもとに、初めの1つだけヒントを与え、取り組みやすいようにする。</p> <p>○1人1人条件文が違ったフローチャートができることを留意させる。</p>
<p>児童の反応例</p> 		

6 作ったフローチャートをグループで確認し合う。

7 実際にフローチャートを使って最初に出てきた水溶液が何かを確認する。

8 7までの流れをもとに、塩酸、食塩水、炭酸水、石灰水、アンモニア水の5種類を分類するためのフローチャートを個々で作成する。

・デバッグ作業

- 3人グループで考える。
- 最初に提示した水溶液の特徴をもとに、作ったフローチャートが使えるものかどうか精査する。
- 自分の作ったものと友達が作ったものとを比較することで、水溶液の分岐条件を押さえていれば、条件文に違いがあっても良いことに気付かせる。
- 安全眼鏡、スライドガラス、試験管立て、ガラス棒、雑巾等の基本的な道具は各机に配置しておく。ただし、リトマス紙やアルミ、ドライヤー、二酸化炭素のボンベなどの、班によって違う必要な道具は隠しておき、児童からの申し出があった場合のみ、提供することとする。
- 確認作業は安全を確保するため、安全眼鏡を着用させ、必ず椅子から立たせて行わせる。

◎評価規準

塩酸、炭酸水、食塩水、石灰水、アンモニア水を見分けるフローチャートを作ることができる。

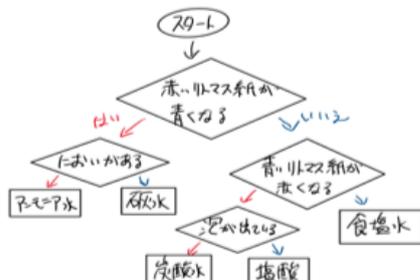
A：フローチャートの仕組みを理解し、適切な条件文を使って5種類の水溶液を見分けるフローチャートを作成している。

B：フローチャートの仕組みを理解し、条件文を使って5種類の水溶液を見分けるフローチャートを作成している。

C：フローチャートを作成することができない。

※フローチャートを作成できない児童については、分岐の簡単なフローチャートの形を与え、ノートを見ながらフローチャートを作れるようにフォローする。

児童の反応例



9 まとめる

児童の反応例

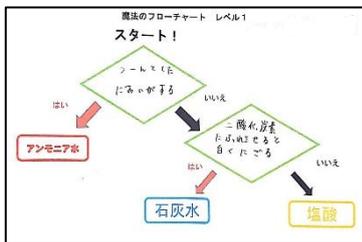


○次時にフローチャートを確認することを伝え、まとめを行う。

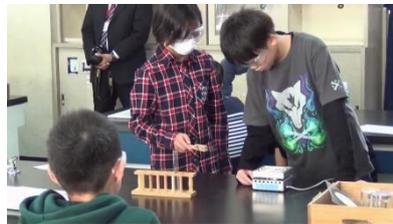
5 実践報告

(1) 学習活動

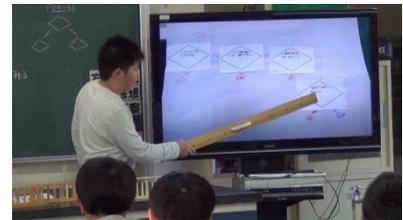
本単元に入る前に、性格診断・おすすめの本診断等を休み時間にやっていたことや、文法の品詞分類のフローチャートを作成していたこともあり、水溶液の分類フローチャートの作成には抵抗感がなく、全児童が主体的に活動することができていた。また、はじめに3つの水溶液を分類する練習問題を行ったことで、本時の課題である5つの水溶液の分類にも、スムーズに取り組むことができていた。練習問題である、3種類の水溶液の分類だけではあったが、実際にフローチャートを確かめる実験を行うことができたのも、フローチャートの意義を実感するのに有効であった。作ったフローチャートを全体で共有することにより、様々な形や分岐条件のフローチャートができることに気付くことができた。



練習問題

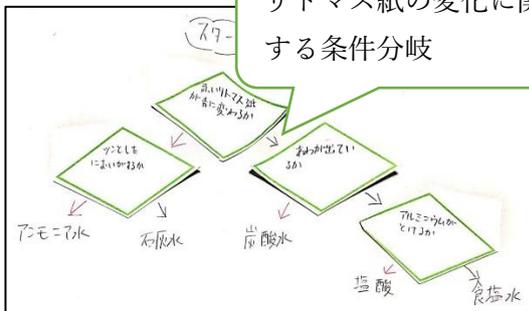


確認実験

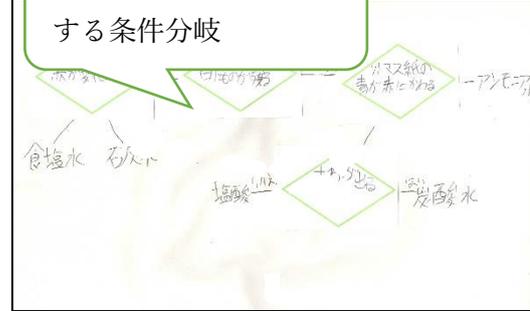


全体共有

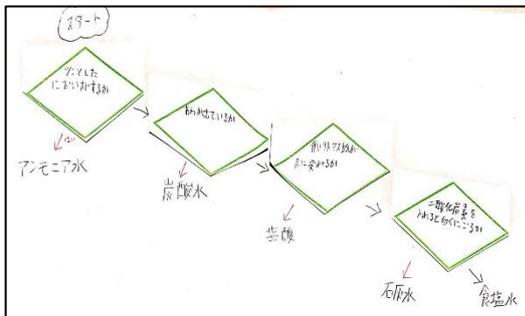
(2) 学習成果物



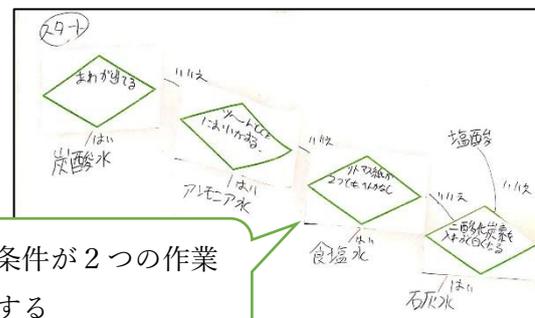
上位



上位



中位



分岐条件が2つの作業を要する

下位

上位の児童ははじめの分岐条件にリトマス紙や蒸発後に残るものを入れることで、複数分岐のフローチャートを作成できている。中位・下位の児童はシンプルなものを作っていた。また下位の児童は、分岐条件に2つの内容を入れてしまう場合もあった。

(3) 授業後の児童の振り返り

- ・フローチャートを楽しく作れてよかったです。
- ・順番を考えるのが難しかった。
- ・フローチャートを作ることで誰でも簡単に見分けられるようになるのはとてもいいと思いました。
- ・フローチャートを作ると、説明しやすくなると思いました。
- ・フローチャートを作って、今回の勉強が改めてよくわかりました。
- ・それぞれの水溶液の性質をまとめてフローチャートに整理すれば、小さい子でも分かる便利なものだと思う。
- ・最初に2つに分かれるフローチャートを作るのが難しかった。
- ・「はい」か「いいえ」で答えるだけで水溶液を分類できるのは便利だし、すごいと思った。
- ・色々な形のフローチャートを作ってみたいと思った。
- ・思ったより簡単だったので、理科だけでなく、もっとほかのことでも作ってみたい。

6 研究の成果と課題

(1) 成果

実際の授業では、児童の反応は大変良く、意欲的に学習に取り組んでいた。前年度の研究を生かし、今回の授業では「何もない状態からフローチャートを作成すること」を学習活動として取り入れたが、児童は大きな戸惑いもなく、作成することができていた。フローチャート作成のメリットである「理解度の確認」「第三者への説明のしやすさ」「誰でも使うことができる」という点について言及している振り返りがあり、フローチャートがどんなものであるかを理解しつつあるように感じた。

授業の中で児童自身がフローチャートを作成したりそれを活用して確かめる活動を行うことで、「順次」「分岐」「反復」の処理に慣れ、論理的な思考ができるようになった。分類条件を自ら考えて図示することで、プログラミング的思考の素地が育まれたとも言える。中学校でフローチャートやアクティビティ図を扱う際にも、スムーズに活動できると考えられる。

(2) 課題

それぞれの児童のフローチャートがあまり多岐にわたらず、ほぼ固定化されてしまっていた。それは、事前に行った文法での授業や、授業始めの練習問題が原因と考えられる。もっと様々なフローチャートに触れさせ、実際に作る必要がある。また、フローチャートを作成する意義や目的についても考える必要がある。中学校では、動作の順番や条件を考えるために活用するため、今回のようなケースを扱うだけでは十分とは言えない。

今後は、中学校の技術・家庭科の授業との接続を見据えて、コンピュータを用いた授業についても考えていきたい。アンプラグドにおける論理的思考と、実際のパソコン上における論理的思考には大きな乖離があると考えため、Scratch、micro:bit等を使って、一度経験しておくことが大切である。ただし、その場合はどの単元でどんな用途で使うかをよく考えなければならない。

①児童が多様な用途のフローチャートがあることを理解し、さまざまな目的や場面でフローチャートを作成する経験を得させること

②教科の目標の達成を前提とした、Scratch や micro:bit 等、パソコンを使ったプログラミング教育の単元や題材の設定と指導計画の作成

この2つが、今後の課題となると考える。

所属校	深谷市立深谷中学校	研究協力員	横田 真澄
-----	-----------	-------	-------

ICTを活用した論理的思考力に関する調査研究

1. 研究のテーマ

小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究

2. 研究の概要

新学習指導要領では、小学校プログラミング教育を必修化、中学校技術・家庭科（技術分野）では、プログラミングに関する内容が増えるなど、小・中・高を通じてプログラミング教育の充実が示され、各発達段階に応じたプログラミング教育を通じて、論理的に思考する力を育成することが求められている。

本研究では、論理的思考力が求められている、中学校技術・家庭科（技術分野）「内容D情報の技術」における課題解決場面において、プログラミング教育に関する小・中・高の接続を踏まえ、論理的な処理の流れの理解や、プログラミングの体験と問題解決などの学習を通じて論理的思考力を高められるであろうと考えた。

3. 研究の方法と内容

(1) 学習環境（学習教材）

本研究では、今回の学習指導要領改訂により「内容D情報の技術」の「項目（3）生活や社会における問題を、計測・制御のプログラミングによって解決する活動」について取り上げ、さらに内容の取り扱い（6）ウに示されている「第3学年で取り上げる内容では、これまでの学習を踏まえた統合的な問題について扱うこと。」も踏まえて学習指導の工夫について研究を進めた。学習課題としては、世界の食料問題や、日本の食料生産者の減少・高齢化などの問題を探り、植物栽培の管理作業の自動化で解決できる課題を設定し、解決を目指すものである。

本学習を進めるにあたっては、小学校のプログラミング教育においてScratchを取り上げる事例が多く見られることを踏まえて、同様のブロック型ビジュアル言語を用いるmicro:bitを取り扱うこととした。micro:bitの特徴として、①ブラウザ上でプログラミングすることが可能である。②micro:bit本体へのプログラム転送をUSB接続で簡単にできる。③外部ハードウェアを接続する端子が3つ付いており、センサやアクチュエータを接続可能である。④ビジュアル言語で制作したプログラムをテキスト言語に変換することが可能である。これらの機能から小・中・高の接続を考えたプログラミング教育においてより適していると考えた。

(2) 小・中・高の接続を考えた授業展開

小・中・高の接続について以下表1のように考えた。また、小学校からの繋がりを踏まえ本校の生徒にも小学校で受けていると想定される内容を事前学習として取り入れた。（小学校段階の（ ）の中に示す）また、表2には実践した授業計画を示す。

表 1 校種ごとのプログラミング教育の役割

	小学校段階	中学校段階	高等学校段階
○論理的な処理手順の理解 (フローチャートやアクティビティ図)	<ul style="list-style-type: none"> ・フローチャートを用いた論理的な処理の流れが分かり、思考力の素地を養う。 (本題材の学習前 1時間 日常生活の中の流れをアクティビティ図に置き換える) 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分が設定した課題を解決するための処理についてアクティビティ図を用いて表現し、ビジュアル言語などのプログラムに置き換えることができる。 (本題材の4時間目) 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分が意図する数理的な処理を、フローチャートに表現したりコーディングしたりすることができる。
○課題解決のためのプログラミング	<ul style="list-style-type: none"> ・教科の特性に応じた活動の中で、プログラミング教材(Scratchなど)を体験する。 (本題材の学習前 2時間 Scratchにてクイズの制作) 	<ul style="list-style-type: none"> ・社会における問題を見出し、自分なりに課題を設定し、プログラミングを用いて解決策をモデル化することができる。 (本題材の5~7時間目) 	<ul style="list-style-type: none"> ・将来を予測して課題を解決するためにプログラミングを生かすことができる。

表 2 授業計画

時間	○ねらい ・学習活動
第1~2時	<ul style="list-style-type: none"> ○情報の処理の自動化、システム化に関わる基礎的な技術の仕組みを理解した上で、技術に込められた問題解決の工夫について考えることができる。 ・電気製品やそれらを組み合わせたシステムに用いられている情報に関する技術の仕組みを調べる。 ・情報に関する技術を利用したシステムの機能や特徴などを比較したり、開発の経緯や意図を調べたりする。
第3時	<ul style="list-style-type: none"> ○情報に関する技術の見方・考え方を働かせて、問題を見いだして課題を設定することができる。 ・社会問題から課題を見つけ、その課題の具体的な場面や解決するためのシステムを考える。
第4時	<ul style="list-style-type: none"> ○入出力されるデータの流れを元に計測・制御システムを構想して情報処理の手順を具体化することができる。 ・見出した問題や設定した課題を解決するために解決策を構想し、最適な方法を考える。
第5~7時	<ul style="list-style-type: none"> ○具体化した解決策の解決活動として、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等ができる。 ・解決策を具体化したプログラムの制作を行い、動作の確認やデバッグを行う。
第8~9時	<ul style="list-style-type: none"> ○制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えることができる。 ・これまでの問題発見・課題設定・解決のための活動をふり返り、改善・修正できないか考える。
第10~11時	<ul style="list-style-type: none"> ○生活や社会、環境との関わりを踏まえて技術の概念を理解した上で、技術を評価し、新たな発想に基づく改良と応用について考えることができる。 ・これまでの学習活動を振り返り、自らの問題解決の工夫を情報の技術の見方・考え方に照らして捉え、それらと既存の技術に込められた工夫との共通点を見いだす。 ・情報の技術の優れた点や問題点を整理し、持続可能な社会の構築という観点から、未来に向けた新たな改良、応用について話し合い、利用者と開発者の両方の立場から技術の将来展望について意思決定し提言をまとめる。

4. 実践報告

(1) 小学校段階との接続を意識した実践授業

小学校段階で学習を履修済みだと中学校段階にスムーズに接続できる内容として、フローチャートを用いた論理的な処理の手順を理解すること、教科の特性に応じた活動の中で、プログラミング教材 (Scratch など) を体験することが考えられる。それらの学習について本校の生徒は共通して既習済みの内容ではないので事前学習として授業を実践した。

まず、フローチャートを用いた論理的な処理の手順を理解する場面として、中学校段階でのアクティビティ図を前提として生活の中の流れについてアクティビティ図を用いて表現する授業を行った。図1では部活動での筋トレを例に繰り返しの処理をアクティビティ図で表現する場面である。

次に、教科の特性に応じた活動の中で、プログラミング教材を体験する場面として Scratch を用いてクイズを制作する授業を実践した。図2は生徒が制作したクイズの例である。

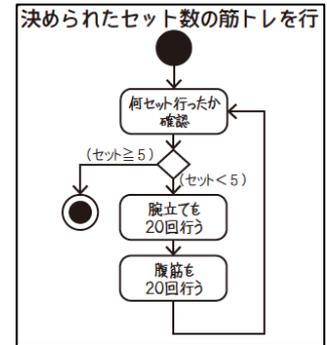


図1 筋トレのアクティビティ図



図2 Scratchによるクイズ

(2) 中学校段階での課題解決学習の実践授業

小学校段階からの接続を意識した学習として、課題解決に向けた処理の流れをアクティビティ図に表現しプログラミングすること、問題発見・課題解決のためにプログラミングを用いて解決策をモデル化することが考えられる。本研究では中学校技術・家庭科 (技術分野) の内容 D 情報の技術項目 (3) 計測と制御のプログラミングの場面で授業を実践した。

まず、課題解決に向けた処理の流れをアクティビティ図に表現しプログラミングする場面では、図3に示すように課題解決に向けてアクティビティ図で処理の流れを表現するワークシートを用意し、システムの構想をアクティビティ図で考えてそれをプログラムに置き換えた。

次に、問題発見・課題解決のためにプログラミングを用いて解決策をモデル化する場面では、課題である栽培工場の模型を用意し、その中でどこにセンサやアクチュエータを設置するかも含めてシステムを構想し、課題解決に向かう授業を実践した。図4は栽培工場の模型である。

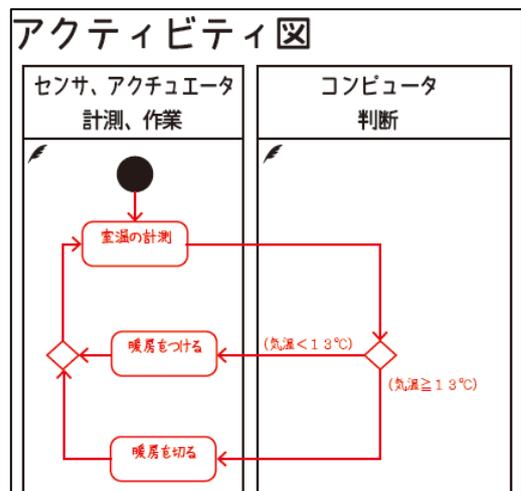


図3 アクティビティ図での構想

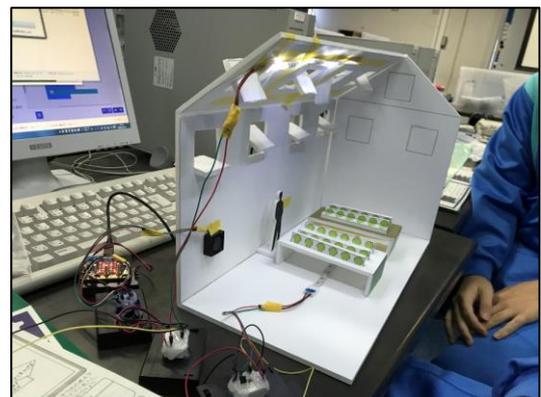


図4 生徒が制作した栽培工場の模型

(3) 高等学校段階への接続に向けて

中学校での学習を高等学校において、意図する数理的な処理をフローチャートに表現したりコーディングしたりすることと、将来を予測して課題を解決するためにプログラミングを生かすことについて、どのように生かすことができるかを考え、授業の改善を行った。

まず、意図する数理的な処理をフローチャートに表現したりコーディングしたりすることに向けて、システムの構想をアクティビティ図で立てさせることでフローチャートなどでも構想を立てられるよう意識した。また、高等学校のテキストコーディングに向けて題材の最後に micro:bit のビジュアル言語からテキストに変換する機能を生徒へ紹介した。

さらに、将来を予測して課題を解決するためにプログラミングを生かすことに向けて中学校段階でも社会の問題に目を向けて課題を解決するためにプログラミングを生かす課題解決学習を行った。

5. 分析と考察

今回の題材の授業を通して、生徒は自らが設定した課題を解決するためのプログラムについてアクティビティ図を用いて設計することができた。また、設計に応じたプログラミングをビジュアル言語で行うことができた。

生徒が今回の学習でアクティビティ図が処理の流れを考えるために役立てることができたかアンケート調査を行った。その結果 86%の生徒が役に立ったと肯定的に感じていることが分かった。これは小学校段階でのフローチャートなどを利用して処理の流れを思考する活動が中学校段階でのアクティビティ図で処理の流れを考える場面にも生きてくると考えられる。

さらに、「授業で学習したことが将来どのように生きそうですか」というアンケート調査も行った。その結果、「現代はコンピューターをよく使うため、プログラミングをして効率よく仕事をするためには技術を生かせると思う。」などプログラミングが将来に生きそうだという意見が多く見られた。これは高等学校段階でのプログラミングへの意欲につながるものと考えられる。

今回の研究を通してフローチャートやアクティビティ図などの流れ図を示す方法やビジュアル言語やテキスト言語などのプログラミングの手段は小・中・高で異なるが、論理的に処理の流れを示すことやプログラミングするための技能として関連していることが分かった。今後も各発達段階での役割を明確化し、小・中・高での連携を図りプログラミング教育を進めていくことで、より生徒の論理的思考力を高めていけると考える。

6. おわりに

本研究で小・中・高と異校種の教員で研究を進めていくことを通して、異校種間の連携の大切さを改めて強く感じた。そのために中学校教員として小学校・高等学校との連携を深めるために積極的に動いていきたい。具体的に小学校と連携を深めるために、情報を教科の中で教えている中学校の技術分野の教員が積極的に小学校へアプローチし、出前授業や研修を行うなどの協力・連携を図る。また、高等学校との接続を円滑にするために、中学校段階である程度統一されたプログラミングの体験を生徒にさせておく必要がある。そのために中学校の技術分野の担当で連携を密にしてプログラミング教育の充実を図っていきたい。

これからも小・中・高の接続を考えたプログラミング教育の研究を進めていく所存である。

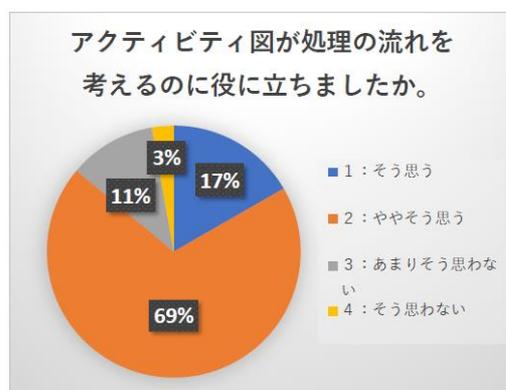


図 5 生徒アンケート結果

所属校	埼玉県立宮代高等学校	研究協力委員	益田 亜由実
-----	------------	--------	--------

ICTを活用した論理的思考力に関する調査研究

1. 研究のテーマ

小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究

2. 研究の概要

来年度（2020年度）から実施される小学校の新学習指導要領では、論理的な思考力を育むプログラミング教育が必修化される。なお、中学校では2021年、高等学校では2022年にそれぞれ新学習指導要領の実施を控えている。平成30年3月に告示された高等学校の新学習指導要領に基づき、教科「情報」では共通必修科目「情報Ⅰ」が新設され、内容の大幅な充実が予定されており、プログラミングを取り扱うことが示されている。このことから、プログラミング教育は、小学校から高等学校で、系統的に実施することが求められている。

高等学校におけるプログラミング教育では、小学校と中学校でアンプラグド教材、ロボット教材、ビジュアル型プログラミング教材などを通して学んだことを発展させ、テキスト言語を用いたプログラミングを学ぶことで、コンピュータやネットワークを活用する知識と技能を身に付けることを目標としている。

そこで、今年度は「社会と情報」の「情報社会における問題解決」の単元において、ICTを活用した論理的思考力の育成を目指した授業を実践した。

3. 研究の方法と内容

(1) 学習環境（学習教材）

授業はコンピュータ室（生徒用コンピュータ42台）で実施した。テキストコーディングの際には、コードがシンプルでライブラリが豊富であり、「高等学校情報科『情報Ⅰ』教員研修用教材」でも採択されているPythonを選択した。ツールは、環境構築が不要でクラウド上でPythonが実行できるGoogle Colaboratoryを利用した。

授業前のアンケートでは、過去にプログラミングの経験がある生徒は少なく26人中3人であった。また、プログラミングに興味があると答えた生徒は26人中16人と過半数であった。そこで題材として、複利法の金利計算を取り上げ、2つの選択肢のうちより多くお金をもらえる方はどちらなのかを考えさせることで生徒の興味関心を引き、最終的にシミュレーションやデータの可視化をすることでプログラミングの良さに気づくことを目指した。

(2) 授業計画（単元計画）

2学期の授業において、全6時間の授業計画を立てた（表1）。小中学校との接続を踏まえ、第1時から第3時では、小中学校での学習が想定されるフローチャートとブロック型ビジュアル言語（アルゴリズム）の学習をした。そして第4時から第6時で、テキスト言語（Python）でプログラミングを学ぶこととした。表2に第6時で実践した研究授業の学習指導案を示す。

表1 授業計画

授業時数	学習活動
第1時	フローチャート 基本的な制御構造（順次・分岐・繰り返し）
第2時 ～第3時	ブロック型ビジュアル言語（アルゴリズム） 基本的な制御構造（順次・分岐・繰り返し）
第4時 ～第5時	テキスト言語(Python) print()・if else・for in range()・リスト[]
第6時	テキスト言語(Python)を用いた問題解決 複利法の利息のシミュレーション

表2 学習指導案

時間	指導内容
導入 10分	<p>本時の流れを確認する。</p> <p>課題提起</p> <p>Q1 「(A)今、100万円もらって銀行に預けるのがよいか、(B)5年後に110万円もらうのがよいか？」</p> <p>➡(A)/(B)のどちらかを選ぶ。どのような条件だと得になるのかを考える。</p> <p>隣の席の人と意見交換をする。</p> <p>「シミュレーション」について知る。</p>
展開① 10分	<p>課題について考える。(プログラム作成)</p> <p>「100万円を年利1%の利息で、5年間貯金したときの元利合計はいくらになるだろう？」</p> <p>「単利法・複利法」について知る。</p> <p>演習① 「元利合計 = 元金 × (1 + 利率)^{期間}」をふまえて、提示されたフローチャートから複利法のプログラム（5, 6行目）を完成させる。</p> <p>⑤risoku = yokin * riritsu</p> <p>⑥yokin = yokin + risoku</p>
展開② 25分	<p>演習② さまざまなパターンのシミュレーション 初期値を変更し、シミュレーションする。</p> <p>演習③ matplotlibライブラリを活用しグラフを作成する。 複利法のデータを活用し、グラフを描画する方法を知る。</p>
まとめ 5分	<p>本時の学習内容の振り返り。</p> <p>Q1(再)</p> <p>プログラミングのよさを実感させる。</p> <p>次回授業にむけて</p>

4. 実践報告

(1) 第1時から第5時の実践授業

第1時では、小学校段階で学習が想定されるフローチャート(図1)について、第2時と第3時では、中学校段階で学習が想定される(ブロック型)ビジュアル言語について授業を実践した(図2)。

そして第4時と第5時では、Google Colaboratory を利用し、フローチャートやビジュアル言語からテキスト言語(Python)への対応について学び、プログラミング(テキスト言語)の良さに気づかせる授業を実践した(図3, 図4)。

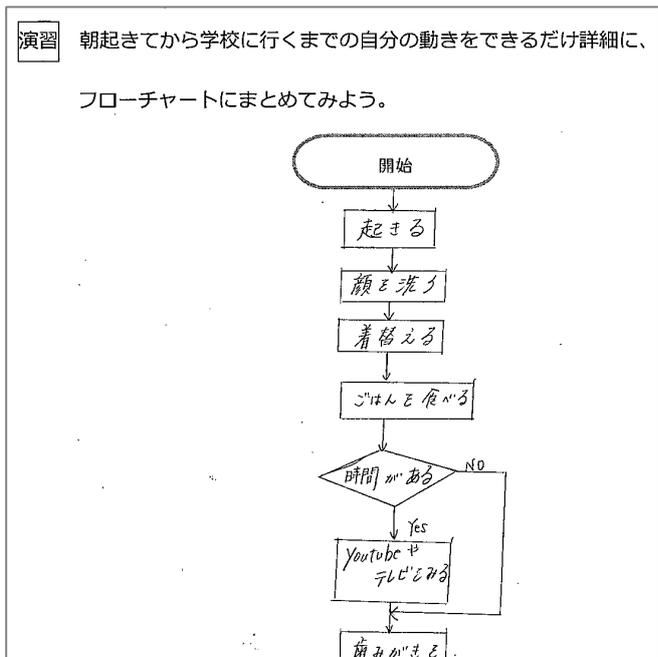


図1 生徒が作成したフローチャート

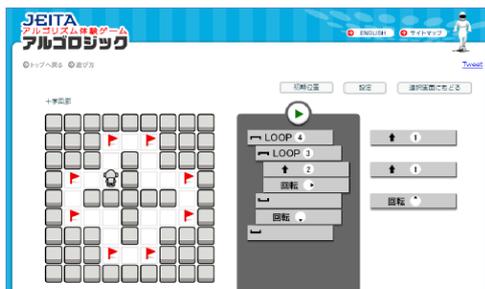


図2 アルゴリズム2の画面

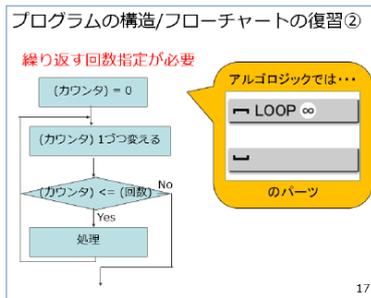


図3 授業資料①

繰り返し for文

```

num = 1
print("num = 1")

for i in range(10):
    num = num * 2
    print(num)
  
```

プログラムが完成したら、10の値を変えてみよう！出力結果はどうなる？

図4 授業資料②

(2) 第6時の実践授業

令和元年11月25日(月)5時限に3年1組の生徒25名を対象に、社会と情報の「情報社会における問題の解決」の単元において、コンピュータを活用し、複利法の利息をシミュレーションするため、提示されたフローチャートからプログラムの空所補充を考える活動を行った(図5)。1人1台のパソコンを用いることで、エラーメッセージが出た生徒はどのようにエラーを解決できるのかを真剣に考えていた。また1人では解決困難な場合は近くの席の生徒同士で教えあっている様子や課題に対してあきらめずに考える場面も見られた。図6に生徒が実行したプログラムと実行結果を示す。



図5 授業風景

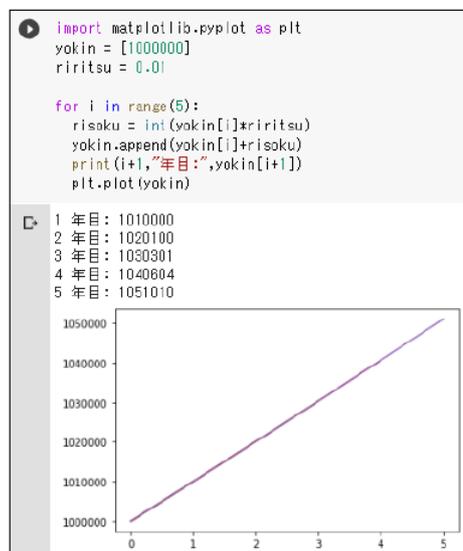


図6 生徒のプログラム実行画面

5. 分析と考察

授業終了時のアンケートで、「論理的思考力」が必要だと感じた生徒は25人中21人(84%)、「数学力」が必要だと感じた生徒は25人中16人(64%)、「英語力」が必要だと感じた生徒は25人中14人(56%)、「コミュニケーション能力」が必要だと感じた生徒は25人中6人(24%)であった。自由記述欄には、「想像力やイメージする力も必要だと思いました。」「プログラミング（で身に付けた知識）を使えば便利に計算できるので将来役に立てていきたいです。」「プログラムの授業だけ数学と英語どちらも使うのでパソコンの仕事には必要なことだと思いました。」などと書かれていた。

また、ある生徒Aは、授業開始時（図7）と比較して、授業終了時（図8）には選択肢の根拠をもって説明できるようになっていた。

本時の目標： **テキスト言語(Python)を活用し、利息計算のシミュレーションをしよう!**
※シミュレーション(simulation)：ある「仕組み」を仮想的な方法で実験させること。

Q1 「**今、100万円**もらって銀行に預けるのがよいか、**5年後に110万円**もらうのがよいか？ ただし、年利(1年単位の利子の割合)は1%とする。」

→ **今100万円** or **5年後に110万円** どちらかを○でかこむ

理由：
今の100万円もらって 利息で増えるぞ
5年後に110万円もらった方が多いと思ったから
だから。

図7 授業開始時の生徒Aの考え

Q1 (再) 「**今、100万円**もらって銀行に預けるのがよいか、**5年後に110万円**もらうのがよいか？ ただし、年利(1年単位の利子の割合)は1%とする。」

→ **今100万円** or **5年後に110万円** どちらかを○でかこむ

理由：
今もらって銀行に預けても5/100円しか増えないから。
5年後に110万円もらった方が得だから。

実習を通して、必要だと感じた能力に○を付けましょう。(複数選択可)
【 論理的思考力 ・ **数学力** ・ 英語力 ・ コミュニケーション能力 】
本日の授業の感想
途中で意味がわからなくなっちゃったけど、意味がわかった時はスリッパで笑ってました。

図8 授業終了時の生徒Aの考え

一定の生徒が課題を解決するためにプログラミングを活かすことができたと感じていることがわかる。これは、前時までに学習した基本的な制御構造（順次・分岐・反復）やコーディングを生かしてプログラムを作成することができたことと生徒が感じることであり、小学校段階から系統的に学習することで、学習内容の接続が取りやすだけでなく、プログラミングを活用する意義についても積極的にとらえることができると感じた。

6. 研究成果と今後の課題

本研究では、生徒がプログラミングは世の中で役立っていることを理解し、課題を解決するためにプログラミングを活かすことができたことと、論理的思考が課題解決に役立つことを理解したことが成果として挙げられる。

今後の課題としては、

- ・ビジュアル言語からテキスト言語への取組のギャップをいかに少なくするか。
- ・デバッグ能力をどのようにして育てるか。
- ・他者と協働的な課題解決を行うためのどんな課題が適切か。
- ・テキスト言語の学習のために効率的なツールは何か。

などといったことが挙げられる。これらの課題は今後も引き続き検討する必要がある。

本研究では生徒全員が提示された同じ課題に取り組みプログラムを作成したが、来年度以降は社会問題の解決に向けたオープンエンドの課題を設定し、プログラミング教育を進めたい。今後、小学校・中学校で多様なプログラミング教育を受けた生徒が高等学校へ入学してくる。高等学校段階でプログラミング教育をどう扱うべきか、教材として適切なものは何かということについて、引き続き研究を重ねていきたい。

所属校	県立伊奈学園中学校	研究協力委員	野崎 亮太
-----	-----------	--------	-------

ICTを活用した論理的思考力に関する調査研究

1 研究のテーマ

○リーディングスキルテストに関する研究

2 研究の仮説

リーディングスキルテスト(以下RST)の理念を活用した授業改善を図ることで、読解力の向上を通じて論理的思考力の育成が可能になると考える。論理的思考力の育成を実現する手段として、適切な校内体制を構築し、組織的な取組を実現する。

取組の評価について、RSTの個別結果を、科学的かつ客観的な能力値として用いることで、すでに実施している各種考査等と合わせ、読解力及び論理的思考力の評価が可能であると考えます。

具体的には、RSTで測定される資質・能力について研究を深めることで、各教員が生徒に求める理解の方法や内容が変化し、授業中や定期考査での問いの質や、授業の組立て、教材など、指導の全体が見直されることで授業改善が実現することを企図している。

3 研究の方法と内容(2年次)

(1) 校内体制の確立

- ・RSTの継続実施に向けた校内条件整備
- ・校内組織の完成と安定的運用

(2) RSTの結果と各種考査等との比較・分析

- ・全国学力・学習状況調査、埼玉県学力・学習状況調査との比較・分析
- ・民間学力テスト結果との比較・分析

(3) 教員研修会の実施・授業案の作成

- ・RSTを含む読解力に関する教員研修会の実施
- ・RSTで測定される資質・能力を踏まえた問いを含む授業案の作成

4 実践報告

(1) 校内体制の確立

RST継続実施にむけた校内条件整備

平成31年度は予算措置の関係から新規の受検ができなかったため、平成30年度に受験した80名の学習状況とRSTの受検結果との照合・分析に集中して取り組んだ。その結果は以下の(2)に述べるが、校内においてRSTの意義について一定の理解が進んだ結果、RSTの受検について、その必要性が共有されてきた。このため、受検料の支出方法を検討したうえで、毎年の継続実施に向けた校内議論を開始した。現在、校内担当部署である未来研究委員会において、具体

化に向けた手順を検討している。

校内組織の完成と安定的運用

研究1年目に校内研修担当の未来研究委員会に対して、読解力向上のための検討・研究を働きかけ、研究2年目の本年にかけて継続的に議論を続けてきた。また、生徒の学習データを管理する分掌、進路学習部からも引き続きデータの提供を受けて分析に活用した。

未来研究委員会は、定期的に会議を開き校内研修を主導し、本年度は、6月と11月に研究授業公開を実施するなど活発に活動しており、読解力に関わる内容についても継続的に議論する体制が整い、RSTに関して校内研究は軌道に乗ったと言える。

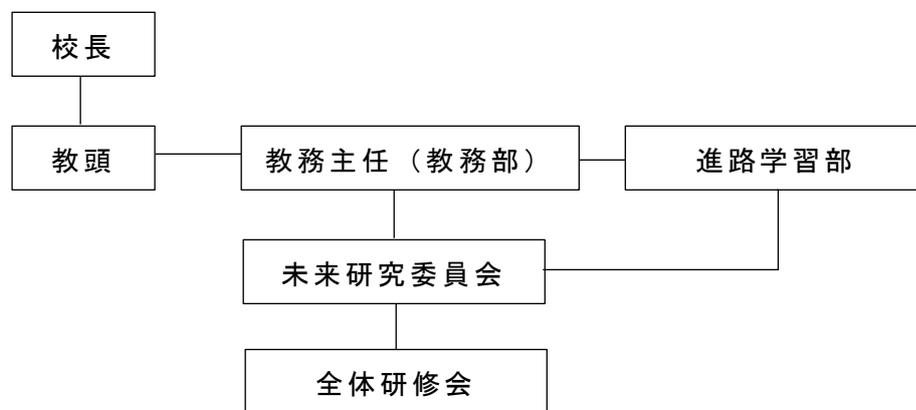


図1 校内組織

(2) RSTの結果と各種考査等との比較・分析

RSTの項目については以下の記号を用いる。

DEP	PARA	REP	ANA	INST	INF
係り受け 解析	同義文判定	イメージ 同定	照応解決	具体例認識	推論

全国学力・学習状況調査、埼玉県学力・学習状況調査との比較・分析

全国および埼玉県学力・学習状況調査と、RSTとの相関係数は次頁の表1のとおりである。これは他の調査等にも共通する特徴であるが、イメージ同定 (REP) と推論 (INF) において、高い相関が現れる。また、単独の教科の場合よりも、教科を総合した成績との相関が高くなる。

このことから、RSTにおいて測定される基本的な読解の力は、特定の教科の知識や方法を超えた、基盤的な“学力”を捉えているのではないかと推察することもできる。

	DEP	PARA	REP	ANA	INST	INF
全国学調国語	0.29	0.34	0.33	0.42	0.30	0.47
全国学調数学	0.21	0.16	0.42	0.15	0.31	0.49
全国学調理科	0.13	0.02	0.42	0.07	0.31	0.39
全国学調総計	0.23	0.18	0.45	0.21	0.35	0.52
県学調英語	0.17	0.12	0.28	0.19	0.28	0.46
県学調国語	0.22	0.04	0.30	0.19	0.32	0.50
県学調数学	0.27	0.21	0.35	0.16	0.33	0.54
県学調合計	0.24	0.14	0.35	0.20	0.35	0.56

表 1

民間学力テスト結果との比較・分析

業者による学力テストと、R S Tとの相関係数は以下の表2のとおりである。ここでも、イメージ同定（REP）と推論（INF）において、高い相関が現れる。また、単独の教科の場合よりも、教科を総合した成績との相関が高くなる。

	DEP	PARA	REP	ANA	INST	INF
3教科	0.32	0.24	0.51	0.40	0.40	0.55
国英	0.34	0.25	0.51	0.47	0.37	0.49
国数	0.31	0.18	0.42	0.35	0.36	0.48
数英	0.25	0.22	0.48	0.32	0.39	0.54
国	0.35	0.15	0.32	0.43	0.23	0.28
数	0.21	0.15	0.38	0.21	0.35	0.49
英	0.23	0.23	0.46	0.34	0.34	0.46

表 2

すでに、R S Tが個人の学習に関する力をかなりの精度をもって測定できることは、中学入学時のR S Tの結果から進学する高校が予測可能であるという事実などで示されている。（『AIに負けない子どもを育てる』新井紀子著 東洋経済新報社）そのため、ここでの結果は新しい知見とは言えないが、生徒の学力を把握する手段の一つとしてR S Tが極めて高い有効性を持つものとして、今後の活用を見込んでいる。

(3) 教員研修会の実施・授業案の作成

R S Tを含む読解力に関する教員研修会の実施

R S Tに関する研究を担う校内の未来研究委員会では、本年度の6月と11月に、研究授業公開を実施した。学校全体の研究テーマは「未来を主体的に切り拓く生徒の育成」であり、副題として「教科を超えた深い学びの創造を目指して」

を掲げている。

授業づくりの基礎のひとつとして、教えて考えさせる授業の手法を参考としており、研究授業では授業の中に「理解確認」の段階を設けている。ここでの生徒の意味理解を確実にする過程を丁寧に分析すると、『A I に負けない子どもを育てる』の授業例の「生徒の読解を確認しながら進む過程」に類似性と親和性がある。このため、職員間で上記著書について協議するなどして、授業改善の柱としてR S Tに関する知見を活用するよう取り組んでいる。



未来研究委員会主催による職員研修会の様子

R S Tで測定される資質・能力を踏まえた問いを含む授業案の作成

研究授業公開に際しては全教員が授業案を作成している。現在は略案の形式であり、教師の問いかけを一字一句記した書式ではないが、『A I に負けない子どもを育てる』によれば、教師の話す内容を詳しく記述することにより読解力を確実に育成する授業の在り方が明確になると思われるため、令和2年度の研究授業に向けては、指導案を詳細に記述する試みを計画している。

5 分析と考察

R S Tが単に読解に関する能力を適切に評価するにとどまらず、総合的な学力の評価とも強く関連することは一般にも報告されているが(『A I に負けない子どもを育てる』)、本研究により個別の教科単独よりも教科を総合した場合の方が、高い相関を示すことから、同様の傾向が確認されたと言える。

R S Tの研究により、各教員が生徒に求める理解の方法や内容が変化しつつある。授業中や定期考査での問いの質や、授業の組立てについて、研究授業では一定の水準で全教員が取組を実践した。

6 研究成果と課題

R S Tの有用性について十分実証された現在、読解を超えた領域で活用することを検討している。R S Tと各種テストの分析を通じ「学力とは文意を的確に把握する読解力である」と明らかにされたので、学校現場としては、読解力を向上させる指導を通じて学力を向上させる実証的な取組を着実に実行していきたい。

所属校	上尾鷹の台高等学校	研究協力委員	千代田 拓弥
-----	-----------	--------	--------

ICTを活用した論理的思考力に関する調査研究

1 研究のテーマ

○リーディングスキルテストに関する研究

2 研究の仮説

本校で平成30年7月に実施したリーディングスキルテスト（1年次生240名受検）の各観点の校種別平均能力値はDEP（係り受け解析）46.2、ANA（照応解決）48.3、PARA（同義文判定）46.4、INF（推論）45.9、REP（イメージ同定）48.3、INST（具体例認識）47.9という数値であった。定期考査のほか様々な学力調査の結果を見ると、本校の生徒は、日々の授業の内容や中学校までで学んだ内容が十分に定着しているとは言い難く、学力に課題を抱えている。リーディングスキルテストの結果を見てもどの観点も能力値50に届いておらず、学力同様に読解力にも課題を抱えていることが分かる。そこで、昨年度は、本校の生徒が文章読解を苦手としているということを踏まえ、6つの観点の中で特に基本的な読解力を測るものであるANA（照応解決）の能力を高めることに重点を置いた。通常の授業で繰り返し指示語の内容を確認し、文章の細部に注目して読ませる授業を行った。今年度はそれをさらに発展させ、やや難解な評論文において指示語の内容の理解と文脈の理解を関連させて学習することで生徒の読解力の向上を図った。

3 研究の方法と内容

(1) 学習環境（学習教材）

第一学習社『標準 現代文B』

実用の文章3 竹内薫「ノーベル賞 vs. イグ・ノーベル賞」

(2) 授業計画（単元計画）

全4時間扱い

1. ワークシートを用いた初読の本文の並べ替え問題
2. ワークシートの続きと前半部分の読解
3. 後半部分の読解
4. 全体のまとめと問題演習

(3) 学習指導案（本時1/4時間）

段階	時間	学習活動	指導上の留意点、支援等
導入	5分	ノーベル賞、イグ・ノーベル賞について知っていることを挙げる。	・生徒の既有知識に応じてノーベル賞、イグ・ノーベル賞の概要を紹介する。

展 開	40 分	<p>◎ワークシート問題Ⅰ（30分）</p> <p>◆個人活動【10分】 生徒個人で問題に取り組む。</p> <p>◆グループ活動【20分】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・3～4人のグループを作る。 ・個人活動で出した答えを共有する。 ・それぞれの答えの違いや、疑問点を確認し、話し合いながら問題を再度検討する。 <p>◎解説（10分） 指示語が何を指しているのかを把握することで、文脈が明確になり、正しく文を並べ替えることができることを理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒が問題に取り組んでいる間は机間指導を行う。 ・照応解決の能力を伸ばすために、指示語に注目して並べ替え問題に取り組むよう全体に促す。 ・「前者」、「後者」という言葉はどのような働きがある言葉かを全体に問いかける。 ・「それ」の指す内容が分からない場合並べ替え問題を再検討するように指示する。 ・並べ替え問題の後に問1、問2を考えさせることで、正しく理解して並べ替えを行っているのかを確認する。 <p>【話し合いが滞っているグループへの支援】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生徒に対してなぜそう考えたのか等を問いかけ、他の生徒とどのように考えが違っているのかを考えさせることで、話し合いを援助する。 ・「前者」、「後者」という言葉の前には必ず対比関係にある二つの語句があるということを伝える。 ・問題Ⅰの後の部分にも注目するように指示する。 ・解説の際は、生徒を指名し、解答させる。なぜその答えになったのか理由についてもさらに質問する。
	ま と め	5 分	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の内容の確認 <p>指示語の内容を正しく読み取ることが文章全体の理解に繋がることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本時の内容が理解できているか確認するために宿題を課す（問題Ⅱ）。 ・次時の予告

4 実践報告

(1) 実践授業の取組

ワークシートを用いて、本文を正しく並べ替える問題（問題Ⅰ）に取り組む。並べ替えを行った後に、指示語の内容を説明する設問に取り組み、その過程で再度自身の並べ替えが正しかったのかを検討する。その結果をさらにグループで共有する。そして指示語の内容を正確に捉えることが文脈を正しく理解する上では不可欠であることを全体で確認し、今回の授業の内容を踏まえて問題Ⅱに取り組むことを宿題として課す。

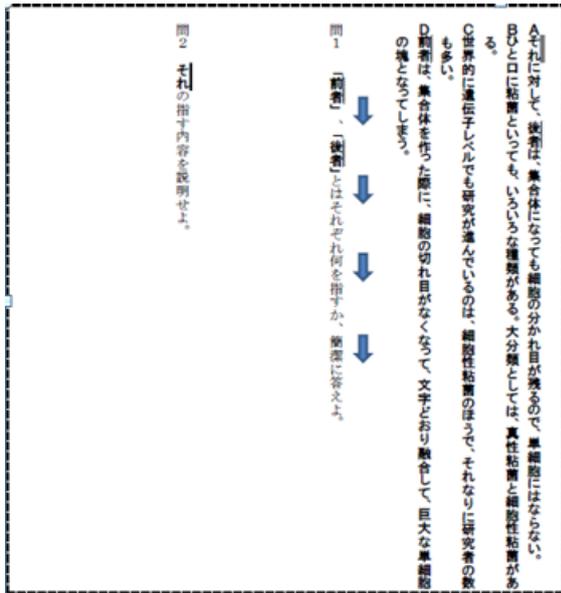


図1 ワークシートの一部（問題I）

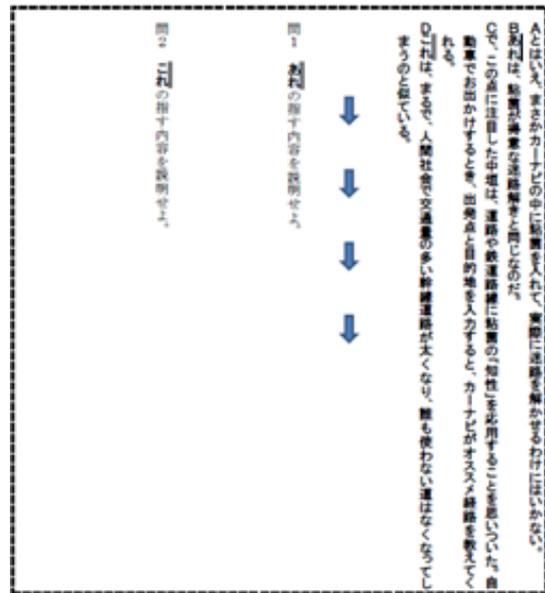


図2 ワークシートの一部（問題II）

(2) 体験的・課題解決的な学習活動の様子

初めは文章の難解さに戸惑う生徒も見られたが、多くの生徒がこれまで授業で取り組んだことのない並べ替え問題に対して興味を持って真剣に取り組んでいた。グループ内での共有の際も、答えの異なった他の生徒にどのように考えたのかを積極的に尋ねる様子も見られた。



図3 ワークシートに取り組む様子

(3) 学習成果物（ワークシート・テスト等）

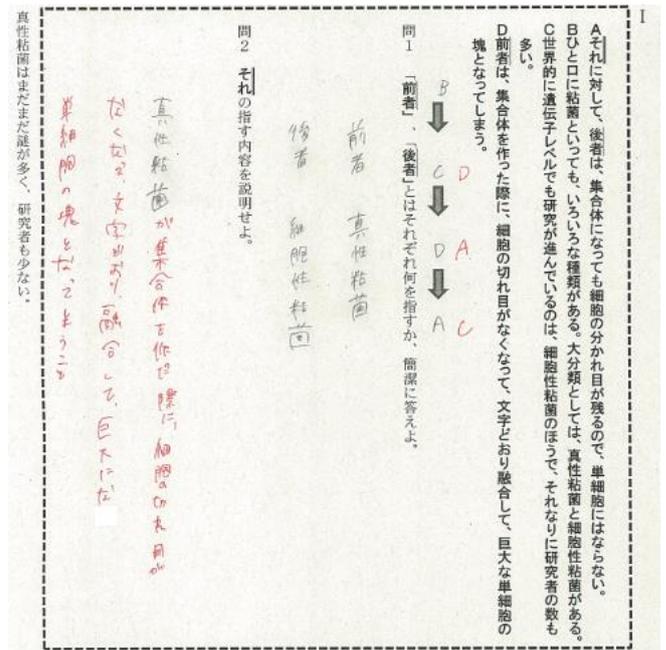
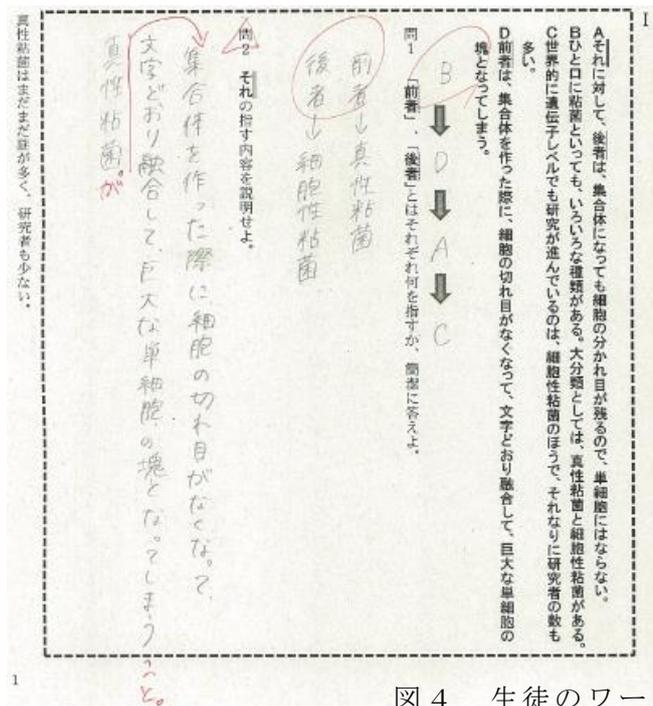


図4 生徒のワークシートの一部

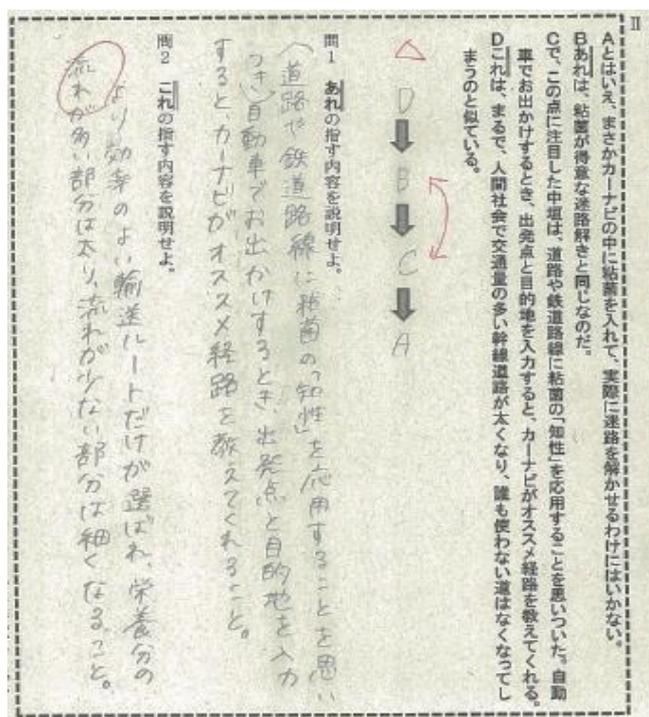


図5 生徒のワークシートの一部

5 分析と考察

問題Ⅰの正答率は59%（81人中48人が正解）、問題Ⅱの正答率は37%（81人中30人が正解）であった。問題Ⅰの指示語（「前者」、「後者」、「それ」）と比較すると問題Ⅱの指示語（「あれ」）の内容を正しく読み取ることができない生徒が多かった。そのため問題Ⅰの解説を受けた後に取り組んだ問題Ⅱの方が正答率の低い結果となった。日々の授業の中で指示語の内容を問う問題では、常に指示語の直前に書かれていることを写せばよいと考えている生徒も見受けられる。そのため問題Ⅱにおける「あれ」という指示語が「これ」や「それ」と比べると広い範囲を指すことのできる語であるために生徒の正答率を下げていると推察される。

今回の実践は、指示語が含まれる文を並べ替えさせることで、単純に直前の内容を書き写すという方法で解くことができない問題になっている。こうした単なるパターン暗記では解けない問題や、文章構造を適切に理解していないと解けない問題に取り組むことが論理的思考力の育成につながると考えられる。

6 研究成果・今後に向けて

2年間の研究実践で、主にリーディングスキルテストにおけるANA（照応解決）の能力を高めることを目指す授業を行い、それによって読解力や論理的思考力の育成を図った。読解力や論理的思考力といった能力は短期間に向上させるには難しい能力である。今後も授業の中で読解力・論理的思考力の育成につながる実践を続けたい。また、読解力や論理的思考力の変化を具体的な数字として示すための方策を考えていきたい。そのためのひとつの方向として、定期考査を活用することが考えられる。知識を問う問題、授業の内容を復習する問題とは別に論理的思考力を育成することを目的とした問題を出題し、考査の総合点数だけでなく、論理的思考力を測る部分のみの点数も継続的に記録していき能力の変化を読み取ることが今後試みたい。

所属校	埼玉県立熊谷高等学校	研究協力委員 授業実践者	長島 正剛 原 拓生
-----	------------	-----------------	---------------

ICTを活用した論理的思考力に関する調査研究

1 研究のテーマ

リーディングスキルテストに関する研究

2 研究の背景

本校は国公立大学への進学が毎年100名を超える、埼玉県北部の伝統ある男子校の進学校である。近年の本校の課題として、スマートフォンの使用による生徒の学習時間の低下、生徒が教科書等を読み自発的に学習することが苦手であることが挙げられる。

また、学習の基礎となる“読解力”を数値化して測るリーディングスキルテスト（以下、RST）を、国立情報学研究所および埼玉県立総合教育センターの指導の下、一昨年度より実施している。今年度はそのRSTの結果より、一人一人の学習における読解力の特徴である6つの能力のうち「推論」と「イメージ同定」の能力に焦点を当てた授業実践について考案し、生徒の論理的思考力向上を図るための手立てとすることとした。

3 研究の仮説

数学の学習において、問題を解く前に、問題文を正しく理解しているか、またどの公式や定義を使って解いていくのか見通しを立てることが重要であり、論理的思考力の育成につながると考える。そこで高校3年生数学の演習授業において、読解力を基にした数学的活動を行うことにより、生徒の論理的思考力の向上につなげたい。本研究は①②の2点を主眼として授業実践を考えた。

①問題の文章を正確に読み取り、その内容を条件として正しく理解し、表現できる。

②条件を数学的な知識（定義・定理）と結び付け、論理的に結論を導くための方針立てができる。

4 研究方法と実践内容

(1) 研究方法について

本研究では、RSTの6つの能力のうち、“イメージ同定”と“推論”に焦点を当てた実践授業について計画・実施し、学習成果物をもとに把握しながら、数学の授業における生徒の論理的思考力について見ていく。

(2) 実践内容について

本実践は、高等学校学習指導要領数学編における以下の数学科の目標に関連する。

(3) 数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

国立大学法人名古屋工業大学が 2009 年前期日程に出題した入学試験問題を題材とした。この問題が、単元の意図である読解力および論理的思考力を高める実践として有用であると判断した点は以下の 2 点である。この 2 点は本実践における学習目標でもある。

- (i) 2 隻の船、ヘリコプター、UFO など、その位置やベクトルの関係を図示化することで、問題文の内容（条件）を正しく読み解くことの確認ができること【イメージ同定】
- (ii) 結論の導出にあたって、（各設問は空間ベクトルにおける基本的な内容を問うものであり）、解くための見通し（条件を整理し、何の定理や定義を用いて解くのか）が立てやすいこと【推論】

問題題材：名古屋工業大学 2009 年前期（改題）

日本近海にある海域では、未確認飛行物体（UFO）が頻繁に目撃されている。あるテレビ局がスクープ映像をねらって、3つの取材チームをこの海域に送り込んだ。海面を xy 平面とする座標空間で船舶 1 を点 $A(4, 0, 0)$ に、船舶 2 を点 $B(0, 5, 0)$ に配置し、空中ではヘリコプターが点の近くで滞在している。

- (1) 午後 4 時に船舶 1 からベクトル $(2, 3, 3)$ の方向に、船舶 2 からベクトル $(6, -2, 3)$ の方向に UFO が見えた。午後 4 時における UFO の位置を点 P とするとき点 P の座標を求めよ。
- (2) 4 分前の 3 時 56 分に UFO は点 $Q(2, 0, 3)$ にいたことが確認された。UFO は方向、速さ一定のまま飛行していると予測される。4 時 t 分における UFO の予測される位置の座標を求めよ。
- (3) UFO の予測飛行ルートの中で、点 C に最も近い点 R の座標を求めよ。

実践単元については 3 時間から構成し、以下の通りとした。

- (I) ベクトルの図示化・言語化の演習（1/3 時間）
- (II) 入試問題を用いたベクトルの図示化・言語化の実践／解答の方針立て（2/3 時間）
- (III) 解答の作成（3/3 時間）

上記における（II）を研究授業として、原教諭が実践した。以下に授業展開を示す。

段階	時間	主な学習活動 ◇予想される生徒の反応	○指導上の留意点 ★評価
導入	3 分	1. 本時の授業について説明 ・本時の主旨と流れの説明 ・問題の提示	○①問題文を正しく読み解けているか、②解くための方針を立てて解答しているか、の 2 点が本時の主旨であることを伝える。
展開 1	12 分	2. 各設問の問題分析【個人】 ・ワークシートに従い、(1)～(3)の図示化および解法の方針立てを行う ◇全く手が動かない。 ⇒ <u>前時の学習内容を参考に</u> 、重要となりそうな条件にアンダーラインを引く。文章を数式化してみる。	○各自で集中して取り組むように指示をする。時間を明確にし、ストップウォッチ等で時間管理を行い、課題に取り組ませる。 ★問題の内容（仮定・条件・結論）を正しく理解し、図示化（イメージ同定）や方針

		教科書を参考にしながら考える。わかる部分の具体的な学習活動を促してみる。	立て（推論）ができているか。
展開 2	20 分	<p>3. 分析の共有および発表準備【グループ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各自で作った図示化および解法の方針立てをグループで共有し（各設問 5 分程度）、発表準備する。 ・グループでの話し合いが滞りなく進むよう、各グループでの司会者を指名し、司会者が中心となって共有を行う。 	<p>○共有にあたって、他者に説明する際には根拠がわかるようにすること、また他者の話を聴く際には必要事項をメモやアンダーラインを引くように指示をする。</p> <p>○発表にあたっては、黒板に吸着する「静電気シート」に発表資料を作成させる。</p>
まとめ	15 分	<p>4. 本時の振り返り【全体共有】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・(1)～(3)について担当（各設問につき 1 班）を割り振り、発表する（2 分程度）。 加えて、質疑応答も行う。 ・教師の方でフォローを入れながら、全体での共有をはかる。 	○教師がフォロー（質疑や補足説明）しながら、次時の解答作りでの方向性を生徒が持てるようにする。

【問題分析ワークシート】※一部抜粋

《問題分析シート》

3 年 組 番 氏名 : _____

日本近海にある海域では、未確認飛行物体（UF0）が頻繁に目撃されている。あるテレビ局がスクープ映像をねらって、3つの取材チームをこの海域に送り込んだ。

海面を xy 平面とする座標空間で船舶 1 を点 $A(4, 0, 0)$ に、船舶 2 を点 $B(0, 5, 0)$ に配置し、空中ではヘリコプターが点 $C(11, 13, 2)$ の近くで滞在している。

(1) 午後 4 時に船舶 1 からベクトル $(2, 3, 3)$ の方向に、船舶 2 からベクトル $(6, -2, 3)$ の方向に UF0 が見えた。午後 4 時における UF0 の位置を点 P とするとき、点 P の座標を求めよ。

○問題(1)を図や数式として書き起こしてみよう。

図	数式

◇(1)を解くための手順を簡潔に説明しよう。〈必要となる定理や定義も〉

5 実践報告・結果

(1) 実践授業の取組



空間表現を確認する様子



教科書を参考に議論する様子



発表資料作成の様子

(2) 体験的・課題解決的な学習活動（言語活動、協調学習の取組の様子など）

(i) 本時の目標について説明

- ・本時の目標は、入試問題を題材とし「問題文の条件を図示化すること」「問題をどのように解くかの方針立てをする」ことの2点であることとし、「問題そのものが解けることではない」ことを強調した。

(ii) 個人でのワークシートの図示化・方針立て作業

- ・問題文の図示化については、各自が空間座標の取り方を工夫しながら取り組んでいた。取り組み状況は、(1)は100%、(2)以降は30%程度であった。
- ・一方で、方針立てについては全くできておらず、問題を解くことに終始している生徒がほとんどであった。

(iii) グループ活動（グループ内での共有）

- ・グループ内の司会者を中心に、各自が他者の考えに耳を傾け、それを受け止めた上で自らの考えを伝えるといった話し合いができていた。
- ・特に図示化の部分では、グループ共有を通して生徒間での発見があった。
- ・グループで議論をまとめる場面では、各設問の答案清書になってしまった。

(iv) 発表／全体共有

- ・時間の関係上、質疑応答の時間を設けることはできなかったが、各班の発表について全体で共有することはできた。

(3) 学習成果物

○問題(1)を図や数式として書き起こしてみよう。

図	数式
	$\begin{aligned}\vec{OP} &= \vec{OA} + \vec{AP} \\ &= \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 6 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} \\ \vec{OP} &= \vec{OB} + \vec{BP} \\ &= \begin{pmatrix} 0 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 6 \\ -2 \\ 2 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 6 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}\end{aligned}$

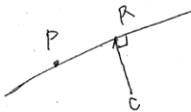
○問題(1)を図や数式として書き起こしてみよう。

図	数式
	$\begin{aligned}\vec{P} &= (4, 0, 0) + s(2, 3, 2) \\ &= (2s+4, 3s+0, 2s+0) \\ \vec{P} &= (0, 5, 0) + t(6, -2, 2) \\ &= (6t+0, -2t+5, 2t+0) \\ 2s+4 &= 6t \\ s &= t = 1 \\ (6, 3, 2)\end{aligned}$

図 1 生徒 A のワークシート (1)

図 2 生徒 B のワークシート (1)

○問題(2)を図や数式として書き起こしてみよう。

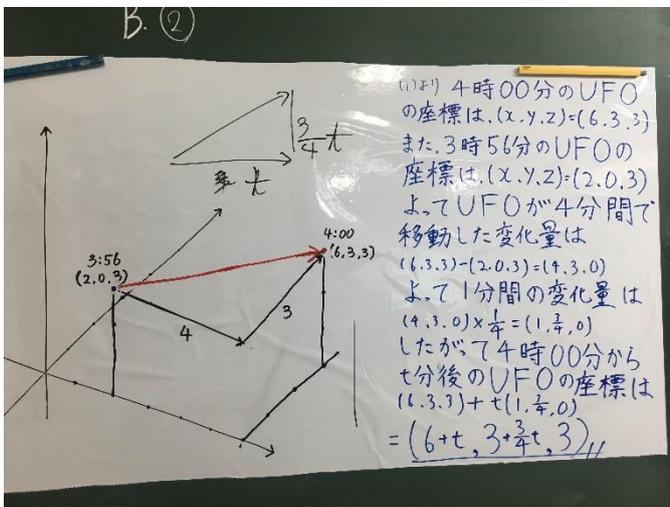
図	数式
	$\vec{QP} = \vec{P} - \vec{Q} = (6, 3, 3) - (2, 0, 3)$ $= (4, 3, 0)$ <p>よて、1分間にUFOが進むのは</p> $\frac{1}{4}\vec{QP}$ <p>よてあるから、$(1, \frac{3}{4}, 0)$</p> <p>4時t分における UFO の位置</p> <p>は、$\vec{P} + t(1, \frac{3}{4}, 0)$</p> $= (6, 3, 3) + t(1, \frac{3}{4}, 0)$ $= (t+6, \frac{3}{4}t+3, 3)$

○問題(2)を図や数式として書き起こしてみよう。

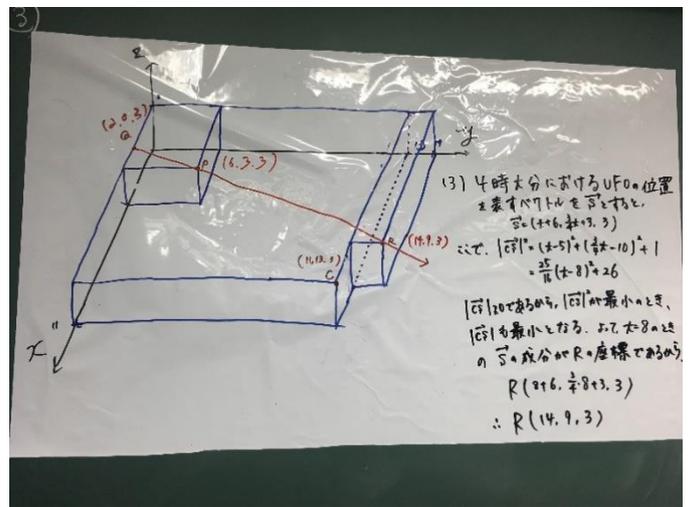
図	数式
	$\vec{QP} = \vec{P} - \vec{Q}$ $= (6, 3, 3) - (2, 0, 3)$ $= (4, 3, 0)$ <p>4分で $(4, 3, 0)$ 分動いた。</p> <p>1分 $(1, \frac{3}{4}, 0)$ 動く</p> <p>4時t分</p> $\vec{P} + t(1, \frac{3}{4}, 0)$ $= (6, 3, 3) + t(1, \frac{3}{4}, 0)$ $(6+t, 3+\frac{3}{4}t, 3)$

図 3 生徒 C のワークシート (2)

図 4 生徒 D のワークシート (2)



(1) 4時00分のUFOの座標は、 $(x, y, z) = (6, 3, 3)$
 また、3時56分のUFOの座標は、 $(x, y, z) = (2, 0, 3)$
 よてUFOが4分間で移動した変化量は
 $(6, 3, 3) - (2, 0, 3) = (4, 3, 0)$
 よて1分間の変化量は
 $(4, 3, 0) \times \frac{1}{4} = (1, \frac{3}{4}, 0)$
 したがて4時00分からt分後のUFOの座標は
 $(6, 3, 3) + t(1, \frac{3}{4}, 0)$
 $= (6+t, 3+\frac{3}{4}t, 3)$



(3) 4時t分におけるUFOの位置を $\vec{P} + t\vec{v}$ とすると、
 $\vec{v} = (1, \frac{3}{4}, 0)$
 よて、 $|\vec{P} + t\vec{v} - \vec{Q}| = |(6+t-2, 3+\frac{3}{4}t-0, 3-3)| = |(4+t, 3+\frac{3}{4}t, 0)|$
 $= \sqrt{(4+t)^2 + (3+\frac{3}{4}t)^2}$
 $= \sqrt{t^2 + 8t + 16 + \frac{9}{16}t^2 + \frac{9}{2}t + \frac{9}{4}} = \sqrt{\frac{25}{16}t^2 + \frac{21}{4}t + \frac{25}{4}}$
 $= \frac{5}{4}\sqrt{t^2 + \frac{21}{5}t + 5}$
 $= \frac{5}{4}\sqrt{(t + \frac{21}{10})^2 + \frac{1}{10}}$
 $|\vec{v}|$ は定数だから、 $|\vec{v}|$ が最小になると、 $|\vec{P} + t\vec{v} - \vec{Q}|$ が最小となる。よて $t = -\frac{21}{10}$ のとき成分が R の座標となる。
 $R(14, 9, 3)$
 $\therefore R(14, 9, 3)$

図 5 (2)の解答発表資料

図 6 (3)の解答発表資料

6 分析と考察

(1) 問題の文章の正確な読み取り、理解や表現について

問題の図示化について、図 1 のように空間座標を用いて表現する、図 2 のように各々の点を頂点とした直方体で表現する、また図 3 のように必要な条件を平面で切り出し表現する等、多様な表現方法を用いて解答することができていた。この結果、各自が図示化したものをグループで共有して完成したものが、図 5, 6 である。図 6 を作成したグループには図 2, 3, 4 の生徒が集まっており、互いの表現方法を共有した上で、図 2 を基とした各点の空間位置がより明確に捉えられる発表資料を作成していた。

理解について、問題(1)に限って考察する。問題(1)の解のみ正答率は 100%であったが、その解答を導くための理解に個人差がみられた。(1)では図 2 のように、OP ベクトルを 2 つの表現で表し、ベクトルの 1 次独立性から OP ベクトルを一意に決定する問題だが、図 1 のように問題で与えられた方向ベクトルを AP として偶然に正解を導いてしまった生徒もいた。この生徒のように理解が不十分な生徒もいた。

以上より、文章を正しく読み取り表現する方法は多様であり、その様々な表現方法の中で正しく図示化できるかという部分には、各々の理解が大きく関わっていること

が考えられる。それは図1の生徒のように、理解が不十分な生徒は図示化も不十分であることがうかがえる。図1の理解が不十分な点は「問題で与えられた方向ベクトルをAPとして」理解した点であり、各点の位置は正確にプロットできているものの、方向ベクトルや点Pの図示ができていない。一方で、図4の生徒は一切の図示化をせずに問題に取り組んでいるが、その解答記述は十分であり、問題に対する理解は十分であることがうかがえる。つまり、図示化の可否から理解が十分か否かを結論付けることは難しい。

しかし、本実践において図示化という1つの手順を経た上で解答記述を行ったことは、生徒が自らの理解について「視覚化された理解の再確認」ができるという意味で意義があったと考える。また、グループでの共有・議論の結果から生まれた図6からは、他者との共有するための土台作りにおいて、他者視点を意識した適切な表現を考えることや、それに伴う自らの思考の再構造化にもつながったと考えられる。

(2) 論理的に結論を導くための方針立てについて

本実践において1つの柱であった方針立てであるが、その検証を上手く行うことができなかった。生徒への指示はしていたものの、問題を見たら即座に解答を導こうとする姿勢が日頃から染みついていることもあり、方針立てをせずに解答記述を行ってしまった。しかし、問題を論理的に解けていないかという点とそうでもなく、図3,4のように論理的に記述し解答できていることが確認できる。

以上より、数学の授業における問題を解くという活動において、問題条件と定義・定理の結び付けや方針立ては、生徒の中で自然に行われているという事実があると考えられる。また、その多くが無意識に行われていると推測する。その主な理由として、論理的に解答記述ができた生徒に「この解答におけるこの式の根拠は？」等の発問を行うと、「教科書や参考書に、似たような問題があって…」と根拠をもっていない場合が多い。6(1)に関連する内容ではあるが、生徒の理解を生徒自身がより明確にするために、問題の方針立てを書きだしてみる、解答記述(式や定義・定理等)の根拠を言葉で説明する等の数学的な活動が必要ではないかと考える。

7 研究成果と課題

RSTの6つの能力のうち、“イメージ同定”と“推論”に焦点を当てた授業を実施し、生徒の学習成果物をもとに、数学の授業における論理的思考力について見てきた。

研究成果として挙げられることは、数学の授業において、“解答”という最終的な目標を導くまでの過程に、生徒の意識が向くような数学的活動を折に触れて行うことの必要性である。具体的には、読解力の1つの指標ともいえるRSTの能力に焦点を当てて、読んで理解したものを視覚化し理解の再構築を促す活動である。今回の実践で試みた図示化は、その1つの数学的活動になりうると考える。

一方で、数学における論理的思考力と読解力の間にはどれくらいの相関があるのかをみることは難しかった。数学の授業において、読解力がどのくらいの意味をもつのかについては、更なる検証が必要であると考えられる。

所属校	埼玉県立鴻巣高等学校	研究協力委員	荒木 海
-----	------------	--------	------

ICTを活用した論理的思考力に関する調査研究

1 研究のテーマ

リーディングスキルテストに関する研究

2 研究の仮説

昨年度までのRSTの結果や定期考査の取り組み状況より、本校の生徒の読解力に関する大まかな特徴としては、以下の点が挙げられる。

○「推論」「同義文判定」の2項目に関して苦手とする生徒が多いこと。

○空欄補充系の問題に関してはポイントを押さえることが出来ている生徒が多いこと。

以上の2点を踏まえ、昨年度は、「要約文作成」「考査問題作成」の活動を行うことで、文章の核を自ら見つけ出すことや、文章の主述を入れ替えることで文の大意が変化することを体験させてきた。これら二つの活動の結果と反省については、昨年度の報告書に記載した通りであるが、大きな反省点としては、「考査問題作成」演習について、「内容を理解することには効果があると思うが、問題を考えることはとても難しく、負担が大きいのであまりやりたくない」といった意見があったこと。また、一回一斉授業で扱った教材をもとに要約や考査問題作成を行ったため、「教材の」要約ではなく、「授業の」要約になってしまっている生徒が多かったことなどがあげられる。さらに、今年度は昨年度の4単位から3単位に国語の授業時間が減少したことで、生徒負担を減らしつつ、継続性の観点から、より効果の高い活動を考える必要があった。

そこで今年度は昨年度までの活動をスリム化し、なおかつ、どの学校でも実施することができる教材を見つけることを目標に検証授業を行った。具体的には、文章の核になるキーワードや文頭の接続表現を意識させながら「要約文作成」を行い、その後に本文とは全く関係のない文章を提示して、本文の内容に合っている文を選ばせるミニ同義文判定を行う、というものである。このように、文章構造や論理構造に着目しながら要約することや、適切に筆者の主張を読み取れているか確認する場面を設定することで、論理的思考力の育成や学力向上につながるのではないかと考え検証を行った。

3 研究の方法と内容

(1) 学習環境（学習教材）

本校の国語科の授業は1クラス（40人）で一斉授業を行っている。昨年、検証授業を行った学年で今年度も検証を行った。2学年から文系・理系に分かれており、選択科目で文系は古典Aを、理系は数学Bを履修しているため、理系クラスでは国語の授業が現代文Bの3単位のみとなり、1年次の国語総合4単位から1単位減っている。昨年度の授業から要約文を書かせたり、授業ごとの理解度をまとめさせたりしたものを添削して返却する活動を継続して行っている。そのため、文系・理系問わず全体的に定期考査での記述も白紙解答が少ない。

今回は本校の生徒が苦手とする評論文を題材に、筆者の主張の核となり得る部分を探る

ため、構造的に読む方法を提示してから要約文を作成させる。特に逆接と要約を示す接続詞に着目させ、どのように文を繋ぐと意味の成り立つ文章に要約できるかを経験させたい。

テキストは『スタディーサポート活用 Book Basic』（Benesse）、『実力診断テスト学習・進路ノート』（Benesse）の中から、田中美知太郎の評論『生きること考えること』を用いた。これは2019年6月実施のベネッセ模試対策ワークブック（高校2年生用）にあるもので、生徒は宿題で見たことのある問題である。実施から5カ月を経ているため内容を忘れていた生徒が多いことと、上記のような観点に着目しながら授業を行うことで、適切に読み取れているか比較ができる点で、このテキストを用いることとした。実践単元は1時間扱いで行った。

(2) 単元の目標

本単元では昨年度実施した要約の見方を生かし、要旨などを「的確にとらえ、その論理性を評価する」という指導要領上の観点を目標とする。キーワードを抽出したり、キーワードを中心に文を組み立てたりすることで、正確に読めているのかを生徒自身が把握し、ポイントになる箇所を構造的に理解する視点を育みたい。その際に、既存の知識（経験則）から「不幸」というキーワードにアプローチをかけてから本文読解をすることによって、既存知識との齟齬が生じる事に気付かせ、その点に筆者の主張があることの認識を深めさせる。既存知識とのずれを、推論を働かせることで読み解き、より確実に筆者の主張に迫る視点を育成したい。

(3) 学習指導案

段階	時間	学習活動	指導上の留意点、支援等
導入	5分	<ul style="list-style-type: none"> ○「幸福」「不幸」とは何か、自分の考えを挙げる。 ○プリントに自分の意見・仲間の考えを記入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○個人で記入させる（プリント）。 ○数名指名し、一般的に「幸福」と「不幸」がどのように捉えられているか、全体の既存知識がどのようなものか確認させる。 <p>【予想される生徒の意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自分の望みが叶うと幸福／叶わないと不幸 ・満たされていると幸福／足りないと不幸 ・幸せが幸福／幸せじゃないのが不幸等
	5分	<ul style="list-style-type: none"> ○本時の目標・手順の確認。 	<ul style="list-style-type: none"> ○プリント（教材）を配付し、本時で気をつけるべき「キーワードを見つける」「要約文を完成させる」ことについて認識させる。
展開Ⅰ	10分	<ul style="list-style-type: none"> ○教材の中から、接続詞を探す。 ○接続詞の持つイメージを共有する。 →逆接表現・理由表現に筆者の主張が強く表れることに気づく。 ○文中の逆接表現（…が、けれども）・理由表現（…から）を探す。 	<ul style="list-style-type: none"> ○文頭の接続表現に印をつけさせる。 ○接続詞の持っている役割について、特に逆接は、その文の前より後の方に力が大きく働くことを理解させる。 ○一般論とずれているところが筆者の主張になるのが評論文である、ということ改めて確認させる。

展開Ⅱ	20分	○キーワードを元に、100字要約を行う。	○「幸福」「不幸」など、要約に入れるべきキーワードのみを示し、筆者の主張を簡潔にまとめるように指示をする。 →生徒から本論の中心となる（繰り返し登場する）テーマは何かを聞き出し、「幸福」を出させる。 ○生徒から「幸福」が出なかった場合／時間が足りない場合は、教員の方で「幸福」「不幸」について着目するように指示をする。
展開Ⅲ	5分	○この本文の趣旨と内容が一致するものを確認する（推論・同義文判定） 「企業が利益を追究すると、さらに利益を生む」 「企業が利益を追求すると、顧客が離れていく」 →どちらの文が趣旨に沿っているか。	○机間指導を行いながら生徒の進捗状況を確認する。 ○「幸福」と「不幸」の立場がどのように関係しているのかに着目しているか確認する。
まとめ	5分	○プリントを提出	○番号順に回収。 ○次回の授業の連絡

4 分析と考察

(1) 要約文

今回扱ったテキストは「幸福」と「不幸」をテーマにしたものである。幸福の定義は千差万別であるが、不幸は幸福でない状況を指す、というのが一般的な認識である。しかし、ここでは「幸福」と「不幸」は両立してしまうというのが筆者の主張の核であり主題である。文脈から授業者が作成した要約案は「人は幸福になるために、現状に不足していることを探し続けなければいけない。よりよい生活を望むことで自身の限界に気がついてしまうことは、不幸を示す矛盾を伴う。」「人はただ生きているだけでは幸福とは言われない。『よく生きる』ことを求めようとすると、不足するものを探し求め続けることになり、幸福を求めながら不幸になってしまう。」というものである。前者は本文中にない単語を補ったもの、後者は本文中のキープレーズを主軸にしたものである。いずれにせよ

①「幸福」と「不幸」という言葉が入っていること。

②「幸福」はよりよく生きるために追求されるものであることへの指摘があること。

③「不幸」は「幸福」を希求する際に生じてしまうものであることへの言及があること。

の3点は外すことができない。生徒の作成した要約文を見ると、ほとんどの生徒が①を満たすことができている、②③に関しても「幸福が始まると共に不幸も始まる」「無限に幸福を求めることによって、自分が有限であることが不幸になる」などと、「幸福」と「不幸」の関係に言及出来ている生徒が少なくない。うまく文章として成立していない生徒に関しても、メモの欄には「幸福」「不幸」それぞれの定義を探ることができている生徒が多く、形に表せていなくても概ね話の主軸は掴んでいる印象である。

(2) 同義文判定

昨年度は要約文をもとに、読解したテキストの内容の正誤を問う問題を用いて理解度を測ったが、今年度は扱ったテキストと別のテーマの課題（同義文判定）を出した。こうすることで身に付いた視点の汎用性を問うことができると考えたからである。方法としては2種類の正しい文を提示し、テキストと内容が合致するものを選ばせるというものである。今回は

- A 企業が利益を追求すると、さらに利益を生む結果になる。
- B 企業が利益を追求すると、顧客が離れていくことがある。

という2種類を提示し、要約活動後に選択させた。ここでは利益＝幸福、顧客離れ＝不幸と想定して、利益と顧客離れの双方は両立し得るという主題に気付くかどうかを検証した。

結果は、実施した4クラス（理系2クラス・文理合同1クラス・文系1クラス）計155名中、正答として設定した「B」を選択したのが146名で94.2%と高い正答率であった。

・生徒の作成した要約文の例

The image displays four examples of student-written summaries for a reading comprehension task. Each example consists of a grid of text with handwritten notes and a choice between '幸福' (Happiness) and '不幸' (Misfortune). The examples are arranged in a 2x2 grid.

- Top-left example:** The student has written '幸福' and '不幸' in a box. The handwritten text in the grid discusses the relationship between happiness and misfortune, concluding that happiness is a result of misfortune.
- Top-right example:** The student has written '幸福' and '不幸' in a box. The handwritten text in the grid discusses the relationship between happiness and misfortune, concluding that happiness is a result of misfortune.
- Bottom-left example:** The student has written '幸福' and '不幸' in a box. The handwritten text in the grid discusses the relationship between happiness and misfortune, concluding that happiness is a result of misfortune.
- Bottom-right example:** The student has written '幸福' and '不幸' in a box. The handwritten text in the grid discusses the relationship between happiness and misfortune, concluding that happiness is a result of misfortune.

(3) 外部模試の結果と併せて

今回の教材を用いた検証授業を行ったのが2019年10月下旬である。授業の翌週にベネッセの2019年度「実力診断テスト」2年生10月模試の実施があったため、そちらの結果と併せて検証を行ないたい。

大問	全国平均	理系①	理系②	文理	文系	全クラス平均
01 現代文・知識	70.0	71.0 +1.0	71.5 +1.5	71.5 +1.5	74.0 +4.0	+2.0
02 現代文・評論	39.0	43.7 +4.7	44.3 +5.3	50.0 +11.0	48.7 +9.7	+7.7
03 古文	40.0		8.0	40.4 +0.4	42.0 +2.0	+1.2
04 現代文・随筆	45.2	47.2 +2.0	46.8 +1.6	52.0 +6.8		+3.5
05 漢文	29.6			39.6 +10.0	35.2 +5.6	+7.8
06 現代文・小説	46.0	47.6 +1.6	49.2 +3.2	43.2 -2.8		+0.7

上記の表はベネッセからのレポートに挙げられていた数値を抜粋してまとめたものである。各大問の得点率と、全国平均と比べてそれぞれの設問がどれだけ全国平均と差があるかを示した。なお、大問 01・02 は必須問題、03～06 は選択問題で、文理系によって選択が異なる。理系①②クラスは古典の問題を選択していない（理系②の 03 の欄に数値が入っているのは選択問題ミス生徒のものであるため、計算には含んでいない）。

比較してみると、全国平均と比べて評論文の問題の出来が群を抜いて良いことが分かる。ベネッセから配布された分析レポートを見ても「全国平均と比較して最もよくできていた大問」として、今回検証授業を行なったどのクラスも「02 現代文・評論」が挙げられている。6月に模試を実施した際にも評論文の読解は全国平均よりも良かったが、「もっともよくできていた」としてまとめられることはなかった。それが今回のようにどのクラスも評論文で高い数値が出たというのは、授業実践を行っていく上で、一定の効果があったことを示しているのではないだろうか。

5 研究成果・次年度に向けて

(1) 今年度の取り組みの効果と反省

昨年度に引き続き、今年度は要約文をもとにして他文章での同義文判定を実施した。接続詞に着目することで文章の濃淡を、要約をすることで筆者の主張の核をそれぞれ認識し、他文章での同義文判定によって、筆者の主張を再構築するという流れである。要約することによって丁寧に文章を読もうとする動機付けができ、同義文判定によって文章全体の構造へ目を向けることができたと感じている。授業者の主観レベルではこれまでの実践から、①記述することへの意識ハードルが下がってきた（記述問題への白紙解答の減少）、②生徒自身の意見（主観）と、筆者の意見を分けて考えることができるようになってきた（書かれている内容へ意識を向けるようになった）という2点に効果が出てきていると実感している。また、今回はベネッセの模試も効果検証の材料にしたが、要約などで培った「丁寧に読む」という姿勢は、汎用性のある学力に確実に繋がるという要素が見えてきた。今回検証授業で扱った教材は「推論」の要素が薄かったことが反省点である。同義文判定の際に推論の要素を含んだ問題を出題するなどの工夫を今後おこなっていきたい。

「2 研究の仮説」に記した通り、今年度は

- ①本校でのみ行うことのできるものではなく、他校での実践が図れる汎用性のあるものを検討すること
- ②教員の経験値によって出来不出来が決まるような教材にならないこと
- ③継続性を担保出来るよう、教員にも生徒にも過度に負担がかかりすぎない教材を検討すること
- ④客観的に評価を行うことができること

をまず念頭において検証をおこなった。既存の教材（教科書教材や、市販のワーク等）を使用することで①②の条件はクリアできた。既存教材に慣れてきたら自主教材の開発に向かっていくと良いだろう。また③に関しては先にも記したように、問題作成活動よりもハードルを下げて、時間的・心理的負担を減らした活動を検討した。その結果、他文章の同義文判定を行ったが、これは普段の一斉授業の際にも用いることができる。授業で扱った教材の内容に近い文章を提示して比較検討させると、生徒はもう一度テキストに立ち返って大枠を掴もうとする。この自主的な振り返りの時間を確保することが大切である。他文章による同義文判定はわずかな時間で扱うことのできるという点で問題作成よりも負担は少なくなった。最後に④に関しては、教員が自身の授業を振り返るためにも重要な視点であると感じた。読解力を上げることで生徒の学力を向上させることが我々の使命である。その時に学校内のテストのみで生徒の得手不得手を探るのはなかなか難しい。外部の模試と紐づける等、目の前の生徒が何で躓いているのかを理解する手段を持つておくことが重要であると再確認した。

(2) 次年度以降へ向けての課題

普段の定期考査の書き方の比較だけでなく、模試の結果と関連付けて検証授業を分析することで次の課題が見えてきたことが今年度の大きな成果である。10月の模擬試験の問題には今回行ったような本文の概略の正誤を問うような同義文問題はなかったが、選択問題で傍線部の本文中での意味を問うなど、話の主軸を確認する問題は含まれていた。また、本文を読んだ生徒同士の会話文が出され、台詞を補充させる形で記述問題が出題された。これは大学入試共通テスト記述対策問題の傾向が強く、今後増えていくことが想定される問題である。見た目は空欄補充であるが、やるべきことは要約である。しかしそれに気付かず、なかなか得点に繋がらない生徒も多く見られたのが残念なところだ。やっとな生徒が要約することに慣れてきたため、今後増えるであろう記述問題へスムーズに接続できるよう、どのように課題を提示するべきかについて考えていきたい。加えて、先述したとおり、要約を頭の中で論理的に組み立てることはある程度できるようになった生徒が多い中、表現するところまで到達していない生徒も多い。どのように記述すると文意が通るか、読解力と表現力の関連についても今後研究を重ねていきたい。

5 研究のまとめ

(1) 考察（小・中・高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究）

ア それぞれの校種でのプログラミング教育実施上のポイント

2年間の実践研究を通して、小・中・高それぞれの校種でプログラミング教育を実施する際に留意することや押さえるべきことを明らかにした。

① 小学校でのポイント

小学校学習指導要領では、プログラミング教育は情報活用能力を育成する教育活動に位置付けるものとして示されている。適切なカリキュラム・マネジメントの下で展開することが期待されている。教科のねらいを達成することを前提としつつ、生活の中で情報機器が多く活用されていることへの気付きやよりよく活用しようとする意欲を育てるために行われるものである。

本研究では、国語科と理科の授業を通してプログラミング教育の研究を行ってきた。コンピュータを用いた活動の前段階として、身近な事象の移り変わりや学習場面をフローチャートに表して、児童が問題解決の手順を図示することに慣れるようにした。具体的には、様々なものを分類・整理するための条件を整理し、分岐しつつ処理をすすめるフローチャートを作成した。

これらの活動をスムーズに行うために、フローチャートに似た身近にあるものとして、事前に授業外で性格診断チャートを取り上げ、矢印に沿って処理を進めていくイメージをつかませた。またフローチャート作成にあたっては、分類のための条件文だけを考えさせるケースから、分岐などの構造そのものをゼロから考えさせるケースへと段階を踏んで扱うようにした。こうして「手順を適切に分解し、順序を考えながら処理手順を表して相手に伝える」経験を積むことで、コンピュータを用いた活動や中学校での活動にスムーズに移行できるようにした。

なお、今回は実践授業を行っていないが、コンピュータを用いた活動としては、教材として Scratch や micro:bit を用いた授業実践について実践例を集め、授業での扱い方について協議した。

② 中学校でのポイント

中学校のプログラミング教育は技術・家庭科（技術分野）で主に扱われる。内容として、新学習指導要領では、①計測制御、②ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツ、という2つの内容についてプログラミングによる問題の解決を取り扱うこととなっている。

本研究では、上記の内容の双方を取り上げて授業実践を行ってきた。具体的な内容として、①計測制御の内容では micro:bit を用いたモデルの作成、②ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツでは Scratch1.4 を用いたチャットアプリの作成を扱った。

これらの授業実践による研究を通して、まずは適切な題材を取り上げることの重要性を実感した。身近な生活や社会問題から課題を発見し、プログラミングによる自動化等で解決する道筋を立て、実際にプログラムを作成する活動を組み立てる上で、生徒の実態にあった題材が必要となる。授業では、小学校段階で体験していると想定されるフローチャートを扱い、さらに Scratch の体験を取り入れた。また、micro:bit を用いたモデル作成の活動をスムーズに行うために、前段階として makecode エディターの扱いやブロックが示す意味の習熟を図る全体指導の充実を図った。その際、操作の手順やブロックの組み合わせにより実現できる動作をまとめた資料を配布し、一人一人が活用できるようにした。また、問題解決のためにグループで試行錯誤しながら意図した動作を実現させる段階では、生徒の活動を予想した上で、必要となりそうなケーブルや外部機器を用意しておいた。

③高等学校でのポイント

高等学校では、プログラミングを扱うのは教科「情報」である。2023年度から順次実施される新学習指導要領では、共通必修科目として「情報Ⅰ」が新設された。この中の「コンピュータとプログラミング」の内容において、すべての生徒がプログラミングを学ぶこととなっている。

本研究では、数学科での数理的な処理と、情報科での問題解決の場面において、プログラミングを用いた授業実践に取り組んできた。テキスト型プログラミング言語を用いてプログラムを作成し、実行してその結果を確かめる活動を通して、プログラミングでできることを知り、問題解決に生かそうとする意欲を高めた。

これらの活動の中で、高等学校でのプログラミング教育を実施する上でのポイントを広く考えてきた。まずは、プログラミング言語及び学習環境の選定の仕方である。VBA, Python, Google Colaboratory など、環境の構築が容易で、コードがシンプルなものを選ぶ必要がある。次に、扱う題材や学習課題の設定である。生徒の興味・関心に基づきながら、プログラミングを行う必要性を感じることができるような課題を設定することが重要である。また、今回授業を受けた生徒は、中学校でのプログラミングの経験もほとんどなかったことから、単元の中に小・中学校で経験してくるフローチャートの作成やビジュアル型プログラミング言語による活動も取り入れた。更に、Python を用いた実践では、ライブラリから matplotlib を活用し、計算の結果をグラフに書き出して可視化することで、プログラミングの意義を生徒にとらえさせるよう工夫した。

イ 校種間のつながりを考えた各校種でのプログラミング教育の役割

今回、それぞれの校種の授業を構想する中で、プログラミング教育には大きな2つの側面があることが分かった。「アルゴリズムを学ぶこと」と「コーディングを学ぶこと」である。

「アルゴリズムを学ぶこと」とは、物事の処理手順を適切に分解して順序性を考えながら並べることである。フローチャートやアクティビティ図を扱った活動がこれにあたる。

「コーディングを学ぶこと」とは、考えた処理手順を実行するためのプログラムを作成する方法について学ぶことである。実際のプログラミング作業であり、プログラムに関する知識や技能とも言える。この場合、最終的にテキスト型プログラミング言語でプログラムを行うことを念頭に、その構造や個々の命令の内容を分かりやすい言葉に置き換えたビジュアル型プログラミング言語のツールを用いることになる。

先に述べた実施上のポイントを踏まえ、各校種でのプログラミング教育の役割とスムーズな接続を促進するための工夫について表1のように整理した。

表1 各校種でのプログラミング教育の役割と接続のための工夫

	小学校	中学校	高等学校
アルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> 児童がフローチャートを作成し、処理の分割や順次処理、条件分岐、反復処理などについて知る。 	<ul style="list-style-type: none"> フローチャートを扱った経験を生かして、アクティビティ図を用いて論理的な処理手順を学ぶ。 	<ul style="list-style-type: none"> 効率的な処理をするためのアルゴリズムについて学ぶ。
コーディング	<ul style="list-style-type: none"> 子供向けプログラミング教材を用いて、プログラミングを体験する。 	<ul style="list-style-type: none"> 自分の生活から見出した問題について、ビジュアル型プログラミング言語を用いてモデル化を行い、解決策を考える。 	<ul style="list-style-type: none"> 身近な問題の中から、数理的な処理を伴う事象について取り上げ、テキスト型プログラミング言語を用いてプログラムを作成して解決する。
接続のための工夫	<p><小→中></p> <ul style="list-style-type: none"> ○フローチャートの処理をイメージしながら、ブロックの命令を組み合わせてプログラミングする。 		<p><中→高></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ビジュアル型プログラミング言語のブロックの処理と対比させながらコードの働きを理解させる。

小学校ではプログラミングを体験することを主眼とする。子供向けのビジュアル型プログラミング言語やプログラミング教材を用いて、各教科の課題を解決することが重要である。またその前段階として、アンプラグドと呼ばれるコンピュータ等を用いない活動も重要であると考え。本研究では、児童自らがフローチャートを作成することで、身の回りの様々な事柄を分割したり、順序を考えて並び替えたりすることの意義を見出だせると考えた。

中学校では、技術・家庭科（技術分野）という教科の特性上、コンピュータの仕組みや機器の制御についても学ぶ。そこで、並列処理も扱うことのできるアクティビティ図を使って処理の流れを考えたり、それをプログラムに表す活動が重要となる。さまざまな課題に対して、ビジュアル型プログラミング言語を用いて解決する方法を考え、作成したプログラムを実行してデバッグしたり動きを改良したりする活動を重視したい。そこで、小学校で学んだフローチャートへの記述の仕方を生かし、処理の流れをイメージすることで、ビジュアル型プログラミング言語のブロックを組み合わせながらプログラミングすることができると考えた。

高等学校では、テキスト型プログラミング言語を取り扱うことが必須と考えた。中学校までの経験を生かして、ビジュアル型プログラミング言語で扱った処理や命令をテキストで表現できるようにすることが重要である。さまざまなアルゴリズムを学び、正確な記述や効率的なコーディングを行うことも重視したい。そこで、テキスト型プログラミング言語を扱う際は、ビジュアル型で扱ったブロックの処理をイメージしながら命令を理解させることで、コードの働きを理解しやすくなると考えた。

ウ 校種間のつながりを考えたプログラミング教育実施上の課題

上記のように研究、開発した授業を実施する上での課題についてまとめる。

第一に、課題設定の難しさである。小学校は、各教科のねらいを達成するためにプログラミング教育が行われる。つまり、必然的に各教科の問題解決の場面に位置付けられるのである。しかし、中・高では、プログラミングそのものを学ぶ意味合いもあることから、課題は各学校や教師が適切に設定するものとされている。生徒の実態に応じて設定しながら、プログラミングの必要性やよさを実感できるようなものにすることが重要である。

第二に、学校間の扱いの差である。小学校間の取組の差が、中学校での指導の難しさになってしまい、中学校での取組の差が、高等学校での指導を難しくしてします。どの学校でも校種に応じたプログラミング教育が行われることが、校種間の接続もスムーズにする効果があると考えられる。また、連携の図りやすい公立小中学校間においては、中学校区ごとの小学校で指導計画を共有したり、プログラミング教材を共通のものにしたりするなどの策も効果がある。

(2) 考察（リーディングスキルテストに関する研究）

今年度は、以下の2点に着目し検証を行った。

- ① R S Tの結果と学力(全国学調、県学調、民間学力テストの結果)との相関分析
- ② ①の相関分析の結果から見える各学校の学力における課題を意識した授業実践

ア R S Tの結果と学力との相関分析

R S Tの結果（6つの要素「係り受け解析」、「照応解決」、「同義文判定」、「推論」、「イメージ同定」、「具体例認識」）と学力との相関に関しては、文献（『AIに負けない子どもを育てる』新井紀子著）でも示されているが、学校の実態によって、より細かな分析を行い、分析から見えてきた課題を解決するための手立てや授業改善に生かしていきたい考え、分析を行うこととした。（図①から③参照）

	係り受け解析	照応解決	同義文判定	推論	イメージ同定	具体例認識
全国学調	0.23	0.21	0.18	0.52	0.45	0.35
埼玉県学調	0.24	0.20	0.14	0.56	0.35	0.35

図① I 中学校の各学力検査と R S T との相関係数一覧（N = 80）

	係り受け解析	照応解決	同義文判定	推論	イメージ同定	具体例認識
B社 2018年9月	0.33	0.34	0.25	0.23	0.27	0.28

図② A 高等学校の民間学力テストと R S T との相関係数一覧（N = 238）

	係り受け解析	照応解決	同義文判定	推論	イメージ同定	具体例認識
B社 2018年9月	0.34	0.45	0.30	0.36	0.32	0.39
B社 2019年1月	0.36	0.30	0.38	0.27	0.45	0.35

図③ K 高等学校の民間学力テストと R S T との相関係数一覧（N = 125）

その結果、R S Tと学力には、以下のように何らかの関係性があることがわかった。具体的には、昨年度、全国平均と比べてR S Tの結果が6つとも低かったA高等学校では、「係り受け解析」、「照応解決」が学力との相関が高かったこと。全国平

均と比べて同じくらいのK高等学校では、6つの要素とも多少の数値の違いはあるが、相関係数の特徴があまり見られなかったこと。全国平均より高かったI中学校では、「推論」や「イメージ同定」の相関が高いことがわかった。つまり、学習に関して苦手意識の高い生徒が多い学校ほど、読解力の基盤である「係り受け解析」や「照応解決」が学力に影響していること、また基礎学力がある学校ほど、「推論」や「イメージ同定」などの要素が学力と大きく関係していることが考えられる。

イ 学力向上に向けた授業実践

アの結果から、その裏付けを行うためにRSTの結果が全国平均と比べて低かった学校では、「指示語」や「文脈の理解」に課題があると考え、文のつながりや主述関係に重点を置いた授業を実践し検証してみた。また、RSTの結果が全国平均と比べて高かった学校では、数学の教科で、問題を解く前提として問題文の意味は何か、条件や式は何を示しているのか、1つ1つ図示させたり説明させたりしながら、正しく見通しを持って解答できているか確認した。そうすることで論理的思考力の育成が図られ、学力向上につながるのではないかと考えた。さらに、RSTの結果が全国平均に近い学校では、文章の核になるキーワードや文頭の接続表現を意識させながら50字以内という条件下で、「要約文作成」を行い、その後本文とは異なる文章を提示して、本文の内容と同義か否かを確認し考えさせる授業を行った。

ウ 検証結果

検証授業から、読解力に着目し、文章のつながりや論理構造に焦点をあてた場合、普通の授業よりも、文章構造や論理構造を正しく読み解き、要約する場面でも主旨を適切にとらえまとめられている生徒が多かった。その成果が示された学校もあった。検証授業の後の学力テスト（B社・2019年10月実施）で、評論の分野が他の分野（小説・古文・漢文）よりも明らかに高い結果となったのである。しかし、一方で、論理的思考力の育成や学力向上に向けた取り組みとしては良かったが、研究開発員が報告書で述べているように、その効果が見られない授業もあった。効果が見られなかった授業においては、授業の展開の仕方や教員の問いかけなど授業の工夫改善が必要である。

また、昨年度からRSTと学力との有効性に着目し、組織的対応を実践している学校では、今年度、職員研修会などで、全職員がRSTの知見を活用しながら授業改善に取り組んだ。具体的には、授業中での問いの質を高めたり、文章の意味を確認する場面を設定したり、定期考査にその内容を含めるなどした。単独教科での取り組みだけでなく総合的な教科で実践する取り組みは、組織的対応の具体策として一歩前進したといえる。今年度は、その成果までは示すことができなかったが、今後も継続的に検証していく必要がある。

(3) ICTを活用した論理的思考力

本研究の研究主題である「論理的思考力」について、「プログラミング教育」「リーディングスキルテスト」の2つの視点から研究を深めてきた。それぞれの授業実践を基にした協力委員からの報告をまとめると、「学校種間の接続を考えたプログラミング教育の適切な実施」と、「リーディングスキルテストの結果を踏まえた授業改善」により、どちらも児童生徒の論理的思考力の育成を図ることができると言える。

私たちが研究の過程で描いていた「論理的思考力が育成された児童生徒像」は例えば、「AならばB、BならばC、だからAならばC」などの論理的な事柄を筋道立てて考えたり、その考えを根拠をもって相手に示したりすることができる児童生徒である。プログラミング教育の活動の中で筋道を立てて考えたり、リーディングスキルテストの結果を生かして相手に根拠をもって説明したりする中で、論理的思考力を育成することができると思う。

リーディングスキルテストは、「読解力を数値化する」という特性から、文章を正しく読み取り、理解する場面で活用できる。一方プログラミング教育は、論理的に思考したことを正しく表し、相手と共有する場面で活用できるものである。つまり、論理的な概念構造を「読み取る」とときにはリーディングスキルテスト、「書き出す」とときにはプログラミング教育で伸ばした力が関係するのである。

今回、リーディングスキルテストの活用やプログラミング教育の実施といった今日的な課題に取り組む中で、児童生徒の論理的思考力を高める方策について協議を重ね、多くの知見を生かした授業を開発することができた。来年度から小学校でプログラミング教育が必修化され、中学校、高校でも順次実施されていく。リーディングスキルテストを自治体単位で実施し、それを日々の指導に生かそうとする地域も増えてきている。

本研究を進める間に政府から「GIGA スクール構想」が示され、児童生徒1人1台端末環境が近い将来に実現しそうである。タイトルに挙げた「ICTを活用した」様々な取組は、毎日のように新聞等の紙面をにぎわせている。

Society5.0に向かう社会の中で、今回の研究で育成に取り組んだ「プログラミング的思考」を含む論理的思考力や、文章に書かれている意味を正確にとらえる力こそ、人間の強みを発揮する場となる。各学校において、児童生徒の実態から課題を正確につかみ、論理的思考力を育成するために本研究が参考となれば幸いである。

6 外部講師講評

東京工業大学名誉教授 赤堀 侃司

プログラミング教育の実践研究について

小中高の接続を考えたプログラミング教育の意義

PISA2018 の結果が公表されて、日本の高校生の読解力が参加国中 15 位となり、その低下が注目された。その低下の原因について多様な意見がメディアを賑わしたが、忘れてならないのは、オンライン上での調査という点である。高校生は、スマホは慣れていても、コンピュータからウェブサイトにアクセスして長文を読んで理解するという点で、劣っていると分析していた。その通りである。国語の読解力というよりも、情報活用能力と呼んだ方が正確である。現代社会では、インターネットやコンピュータを抜きにしては、情報を読み書きすることができない。その現代社会を生きる上で必須の能力を、読解・数学・科学の 3 つの観点から、それぞれのリテラシーと呼んでいるので、PISA 調査は情報社会におけるリテラシーと考えて差し支えない。したがってこれからの社会を生きる上で必要な能力は、情報活用能力なのである。その能力に低下が見られたことは、学校教育でも家庭教育でも、さらにその育成をすべきだという警鐘なのである。

その情報活用能力の育成の 1 つに、プログラミング教育がある。これまでは、ICT という道具をいかに利活用するかという、手段としての捉え方であった。プログラミング教育は、そこが異なる。手段ではなく、目的なのである。プログラミング的思考という論理的な思考を育てるという目標になった。その目的は、先に述べたように現代社会を生きる上での必須の能力であり、Computational Thinking を提唱したジャネット・ウイングは、読み書き算に加えた 4 つ目のリテラシーと言っている。

小中高校の接続

小中高校でそれぞれ素晴らしい実践研究が行われた。小学校の反町教諭は、フローチャートを用いて化合物の同定というこれまでにない授業をデザインした。その結果、子供たちは意欲的に反応し、図的表現が理解度を増すことを検証した。中学校の横田教諭は、micro:bit を用いて、社会の問題解決に取り組んだ。私はこの授業に参観できたので、幸運だった。生徒たちは、自分たちが考える栽培工場を設計した。micro:bit はセンサーを搭載していることから、温度管理、明るさ管理などができるので、現実社会により近い設計ができる。実際に栽培工場の模型に LED が点灯すると、現実感が増した。この授業で生徒たちは、情報社会の意味に気づいたような気がする。それは自分の意図したことを、情報として、つまりプログラミング言語で表し、それが模型の LED を点灯するというモノの世界を結んだからである。高等学校の増田教諭は、今注目されている Python でプログラミングさせて、数学のシミュレーションを行った。フローチャートというアンプラグド、micro:bit によるビジュアル・プログラミング、Python によるテキスト・プログラミングという系統性がきちんと見られた実践研究であったと言える。

今後の課題

課題があるとすれば、中学校の実践のように専門教科であれば問題はないが、他教科でプログラミング教育を実践する場合である。その場合は、教科の目標とプログラミング的思考の目標を同時に達成することが求められる。それは、クロスカリキュラムと言ってよい。それをさらに発展すれば、教科横断であり STEAM 教育などの統合型カリキュラムになるが、それは将来の課題と言えるだろう。

謝辞

本研究を進めるにあたり、外部指導者として御指導していただきました赤堀侃司先生、新井紀子先生に心より感謝申し上げます。また、本研究の趣旨に御賛同いただき、御協力いただいた研究協力委員の先生方に心より感謝申し上げます。この場を借りて、本研究に御協力いただきました全ての皆様に御礼申し上げます。

外部指導者

(敬称略)

所属・職名等	指導者名
日本教育情報化振興会 会長 (東京工業大学 名誉教授)	赤堀 侃司
国立情報学研究所 社会共有知研究センター長	新井 紀子

研究協力委員 (小中高の接続を考えたプログラミング教育に関する研究)

所属校・職名	協力委員名
熊谷市立熊谷南小学校 教諭	反町 清隆
春日部市立東中学校 教諭	石橋 俊之 (H30年度)
深谷市立深谷中学校 教諭	横田 真澄 (R 1年度)
県立宮代高等学校 教諭	益田 亜由実

研究協力委員 (リーディングスキルテストに関する研究)

所属校・職名	協力委員名
県立伊奈学園中学校 教頭	甲山 貴之 (H30年度) 野崎 亮太 (R 1年度)
県立上尾鷹の台高等学校 教諭	千代田 拓弥
県立熊谷高等学校 教諭	長島 正剛
県立鴻巣高等学校 教諭	荒木 海

この「研究報告書」は、埼玉県立
総合教育センターのホームページ
でも閲覧できます。



埼玉県マスコット「コバトン&さいたまっち」

<http://www.center.spec.ed.jp>

埼玉県立総合教育センター 研究報告書 第413号
令和元年度 調査研究報告書
「ICTを活用した論理的思考力に関する研究」

埼玉県立総合教育センター 情報教育推進担当
〒361-0021 埼玉県行田市富士見町 2-24

TEL 048-556-6164 (代表) FAX 048-556-3396
TEL 048-556-3444 (情報教育推進担当)